UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1900-1901 — N° 402

INFLUENCE
DE LA CAFÉINE
SUR LA NUTRITION

(Recherches expérimentales sur le Chien)

Travail du Laboratoire de Physiologie et du Laboratoire de Pharmacie de l'Université de Toulouse.

THÈSE

POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement en Janvier 1901

Par H. RIBAUT

Pharmacien de 1re classe, Licencié ès sciences physiques,
Lauréat de l'Institut (Prix Montyon, Médecine et Chirurgie 1897),
Lauréat de la Faculté,
Chargé de conférences, Chef des travaux de Pharmacie, Chef des travaux de Chimie à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse.

NOMS DES EXAMINATEURS :

M. DUPUY, ✠ I., *Président.*
MM. FREBAULT, ✠ I.,
ABELOUS, ✠ A.,
MARIE, ✠ A.,
Assesseurs.

TOULOUSE
IMPRIMERIE LAGARDE & SEBILLE
2, RUE ROMIGUIÈRES, 2

1901

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546521_0041

INFLUENCE
DE LA CAFÉINE
SUR LA NUTRITION

UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1900-1901 — N° 402

INFLUENCE
DE LA CAFÉINE
SUR LA NUTRITION

(Recherches expérimentales sur le Chien)

Travail du Laboratoire de Physiologie et du Laboratoire de Pharmacie de l'Université de Toulouse.

THÈSE

POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

ACAD. LOUIS PAT. PHAR.

Présentée et soutenue publiquement en Janvier 1901

Par H. RIBAUT

Pharmacien de 1re classe, Licencié ès sciences physiques,
Lauréat de l'Institut (Prix Montyon, Médecine et Chirurgie 1897),
Lauréat de la Faculté,
Chargé de conférences, Chef des travaux de Pharmacie, Chef des travaux de Chimie à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse.

NOMS DES EXAMINATEURS : M. DUPUY, ✠ I., *Président.* — MM. FREBAULT, ✠ I., ABELOUS, ✠ A., MARIE, ✠ A., *Assesseurs.*

TOULOUSE
IMPRIMERIE LAGARDE & SEBILLE
2, RUE ROMIGUIÈRES, 2

1901

Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse

TABLEAU DU PERSONNEL

Doyen	MM. CAUBET, ✲, ✪ I.
Assesseur	DUPUY, ✪ I

PROFESSEURS.

Anatomie	MM. CHARPY, ✪ I.
Histologie normale	TOURNEUX, ✪ A.
Physiologie	ABELOUS, ✪ A.
Anatomie pathologique	TAPIE, ✪ I.
Pathologie et Thérapeutique générales	HERRMANN, ✪ I.
Pathologie interne	ANDRÉ, ✲, ✪ I.
Pathologie externe	PENIÈRES, ✪ A.
Médecine opératoire	LABÉDA, ✪ I.
Thérapeutique	SAINT-ANGE, ✪ I.
Hygiène	GUIRAUD, ✪ I.
Clinique médicale	CAUBET, ✲, ✪ I.
	MOSSÉ, ✲, ✪ A.
Clinique chirurgicale	JEANNEL, ✪ I.
	CHALOT, ✪ A.
Clinique obstétricale	CROUZAT, ✪ A.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	AUDRY.
Clinique des maladies mentales	RÉMOND, ✪ A.
Pharmacie	DUPUY, ✪ I.
Chimie et Toxicologie	FREBAULT, ✪ I.
Matière médicale	BRÆMER, ✪ I.
Histoire naturelle	LAMIC, ✪ A.

CHARGÉS DE COURS.

Anatomie topographique	MM. SOULIÉ
Physique	MARIE. ✪ A.
Chimie	GÉRARD.
Histoire naturelle	SUIS
Médecine légale	GUILHEM.
Bactériologie	MOREL, ✪ A.
Clinique des maladies des enfants	BÉZY, ✪ A.
Clinique ophthalmologique	VIEUSSE, ✲.
Hydrologie	GARRIGOU, ✪ I.
Pathologie expérimentale	MAUREL, ✲, ✪ A.
Cours élémentaire aux Sages-femmes	AUDEBERT.

AGRÉGÉS EN EXERCICE.

Pathologie interne et Médecine légale	MM. MOREL, ✪ A.
	RISPAL.
	FRENKEL.
Chirurgie	BAUBY.
	CESTAN.
Accouchements	AUDEBERT.
Anatomie et Histologie	SOULIÉ.
Physiologie	BARDIER, ✪ A.
Chimie	GÉRARD.
Physique	N...
Pharmacie	N...

Secrétaire de la Faculté ..... M. CHAUDRON, ✪ I.

La Faculté déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats. (Délibération en date du 12 mai 1891.)

AVANT-PROPOS

Un très grand nombre d'auteurs ont fait l'étude de la caféine en tant qu'agent modificateur de la nutrition. Aussi semble-t-il téméraire, au premier abord d'aborder une telle question et de prendre ainsi la suite de savants tels que VOIT, LEHMANN, HOPPE, RABUTEAU, etc... ; mais l'examen plus approfondi des nombreux travaux effectués sur ce sujet montre que, parmi eux, les uns ne présentent pas un caractère de rigueur suffisante pour imposer leurs résultats ; d'autres consistent dans des recherches dont le déterminisme est insuffisamment indiqué ; de plus, parmi les expériences, que l'on peut considérer comme valables, il existe une contradiction inexpliquée. Enfin, un grand nombre de problèmes touchant l'influence de la caféine sur la nutrition n'ont jamais été abordés jusqu'ici.

Pour ces divers motifs, il a paru intéressant à M. le professeur POUCHET de reprendre et de pousser plus loin cette étude et c'est sur son conseil que nous l'avons entreprise. Nous le remercions d'avoir bien voulu nous confier ce travail, qui nous a captivé par son intérêt pendant plus d'un an.

Il nous eût été bien difficile d'arriver à bout de notre tâche sans les conseils éclairés de M. le professeur ABELOUS ; nous sommes heureux de lui en exprimer ici toute notre reconnaissance. Nous le remercions aussi d'avoir bien voulu mettre si généreusement son laboratoire à notre disposition.

MM. les professeurs DUPUY et FRÉBAULT ont ouvert devant nous les portes de l'enseignement où, durant cinq années, nous n'avons cessé de trouver de puissantes satisfactions ; qu'ils veuillent bien accepter l'hommage de notre profonde reconnaissance, qui, nous pouvons le leur assurer, ne faiblira jamais.

Nous avons eu l'honneur de prendre part aux nombreux travaux de M. le professeur MARIE ; nous ne pouvons oublier les bienfaits que nous avons retiré de cette collaboration et nous lui en exprimons ici toute notre gratitude.

Tous nos anciens maîtres ont également droit à notre reconnaissance ; nous n'aurions garde de les oublier dans cette circonstance.

INTRODUCTION

Le mot de nutrition sert souvent à désigner, en France, ce vaste ensemble de phénomènes chimiques qui se produisent dans l'organisme et auquel les Allemands appliquent le mot beaucoup plus significatif de *Stoffwechsel* (échange de matière), car leur conséquence visible est, en effet, une transformation continuelle de la matière vivante, un échange incessant avec les matériaux venus du dehors.

Ces phénomènes constituent, sans contredit, un ensemble extrêmement complexe au milieu duquel il eut été difficile, sinon impossible, de se reconnaître et se diriger s'il n'avait pas été permis de le réduire en quelque sorte à l'état de squelette, de le schématiser, de faire abstraction de certains phénomènes que nous considérons par définition comme secondaires, sans nier pour cela qu'ils ne puissent avoir un rôle important dans la vie, mais dont l'abstraction s'impose pour l'étude. C'est au sujet de ces phénomènes ainsi simplifiés volontairement que généralement des lois ou règles physiologiques ont pu être établies.

Indiquons quelques-unes de ces lois, en esquissant les phénomènes fondamentaux de la nutrition.

La production de réactions chimiques dégageant de l'énergie constitue une condition indispensable à la vie d'un organisme. Cette énergie produite servira, pour les êtres vivants, à faire face principalement : 1° au travail physiolo-

gique ; 2° au maintien de leur température, pour certains d'entre eux ; 3° à l'édification de leurs tissus.

Elle peut être exprimée en calories.

L'intensité du travail physiologique pourra varier entre des limites très étendues, mais ne pourra jamais se réduire à zéro ; il lui sera seulement permis d'atteindre un minimum, indispensable à la vie, ce que l'on pourrait désigner par « un besoin de travail minimum ».

Le maintien d'une même température réclamera un nombre variable de calories, suivant les conditions ; les unes, indépendantes de l'animal, sont attribuables au milieu extérieur, les autres, au contraire, relèvent de son état, et plus particulièrement de l'état de sa surface rayonnante et de l'intensité de l'évaporation.

Cette dépense d'énergie se rapportant, soit au travail physiologique, soit au maintien de la température, peut être envisagée globalement et ce sera, pratiquement, la dépense totale de calories.

Dans l'état que l'on convient d'appeler « repos », état assez mal défini d'ailleurs, la dépense totale d'énergie varie en général avec les conditions de l'alimentation et la quantité de réserves alimentaires accumulées dans l'organisme. Dans le cas d'une alimentation surabondante, l'animal dépense, soit en production de chaleur, soit en travail physiologique, plus d'énergie qu'il n'en faut pour l'entretien de sa vie. C'est ce que l'on pourrait appeler une production de luxe. Au contraire, dans le cas d'une alimentation insuffisante ou nulle, l'organisme ayant, pour ainsi dire, conscience de la quantité d'énergie dont il peut disposer et de l'économie qu'il doit en faire, réduit à un minimum ses dépenses totales, minimum indispensable à sa vie. La consommation de luxe est supprimée, c'est ce que l'on pourrait appeler le « besoin minimum de calories ».

Les substances fournissant normalement cette énergie par leur transformation ou leur destruction plus ou moins complète, peuvent se grouper autour de trois types :

Les albumines,
Les graisses,
Les hydrates de carbone.

Chacune de ces trois substances peut à elle seule, au point de vue physique, satisfaire à la production d'énergie. Mais il n'en est plus de même au point de vue physiologique en ce qui concerne les deux dernières. Elles ne peuvent, seules, suffire aux transformations chimiques nécessaires à l'organisme et la destruction d'une certaine quantité d'albumine est indispensable.

Cette quantité, absolument nécessaire, peut être considérée comme représentée par ce taux de destruction que l'on observe dans l'inanition azotée, le besoin d'énergie étant satisfait par les aliments ternaires ingérés ou de réserve.

En réalité, ce n'est là qu'une particularité apparente et, sans aucun doute, la destruction des deux autres aliments ou tout au moins des hydrates de carbone, est aussi nécessaire que la destruction de l'albumine. Mais l'existence de cette nécessité échappe à un examen superficiel, car l'albumine peut se transformer avec facilité en graisse et hydrates de carbone et pourvoir ainsi au défaut d'ingestion de ces deux aliments ternaires.

Si la destruction obligatoire de l'albumine ne constitue pas, au fond, un fait particulier à cet aliment, il est, par contre, un autre fait qui le distingue nettement des deux autres. Tandis que les graisses et les hydrates de carbone s'accumulent avec facilité dans l'organisme sous forme de réserves, tandis que leur quantité peut osciller dans des limites plus ou moins étendues, les albumines, au contraire, se maintiennent, dans des conditions normales, à un taux à peu près constant, et ce n'est que dans des conditions exceptionnelles que leur quantité varie notablement. L'animal dépense en albumine autant qu'il reçoit et la quantité d'azote qu'il excrète et celle qu'il ingère. Cette loi physiologique remarquable porte le nom de *loi de l'équilibre azoté*.

Mais il y a plus ; l'organisme, qui régularise avec tant de perfection la destruction de ses albumines, comme s'il avait conscience de l'apport azoté, est incapable de produire brusquement cette régularisation ; un certain temps lui est nécessaire pour établir une nouvelle adaptation de ses dépenses à ses recettes. C'est ce fait que généralise la *loi de l'établissement de l'équilibre azoté.*

Il est encore une autre circonstance importante qui amène une exception à la loi de l'équilibre. L'addition d'une forte proportion de graisses ou d'hydrates de carbone à une alimentation azotée surabondante, rompt l'équilibre et provoque la fixation d'albumines, mais ce n'est qu'au prix d'une constitution beaucoup plus considérable de réserves ternaires au-dessous de laquelle l'organisme se refuse à accumuler l'aliment azoté. Cette épargne exceptionnelle est réglée par la *loi d'épargne des aliments ternaires vis-à-vis de l'albumine.*

Lorque, dans une certaine mesure, les conditions normales de l'organisme sont changées, il y a tout lieu de penser que certaines de ces lois ne seront plus applicables et la vérification de ce fait s'impose d'abord dans toute étude de l'influence d'un agent sur les phénomènes de la nutrition. C'est ainsi qu'un organisme, qui peut à un moment donné se trouver rigoureusement soumis à la loi de l'équilibre azoté en ne subissant aucune variation dans la masse de ses albuminoïdes, pourra, sous une influence donnée, échapper à cette loi et dépenser follement cette catégorie de substances.

Mais si ces lois persistent, il peut se faire que l'intensité des phénomènes qui en résultent ait varié, et c'est sur cette variation que devra aussi porter une telle étude. Par exemple, le besoin de destruction d'albumine chez un animal qui ne peut, par la nature de ses aliments, reconstituer celle qu'il a détruite, et qui par ce fait se réduit à un minimum,

pourra, tout en existant sous une influence étrangère, être modifié dans son intensité.

Il s'agira donc de déterminer pour un même animal normal et soumis à l'influence de l'agent étudié, la grandeur des divers facteurs physiologiques suivants, toutes conditions égales d'ailleurs :

I. — Dépense de calories et nature des transformations chimiques qui les ont produites :

a) dans le cas de la dépense de luxe ;

b) dans le cas de la dépense minima.

II. — Dépense ou fixation d'albumine, due, non plus au besoin de calorification, mais au besoin de destruction azotée.

A. Besoin absolu de destruction de l'albumine.

B. Besoin relatif :

1° A la quantité d'albumine ingérée :

a) Modifications pour une même ration (vérification de la loi de l'équilibre azoté) ;

b) Durée de l'établissement (vérification de la loi d'établissement de l'équilibre azoté) ;

2° A la nature de l'alimentation (épargne des substances ternaires vis-à-vis de l'albumine).

Mais il conviendra aussi d'abandonner à un moment donné l'étude de ces phénomènes simplifiés, qui idéalisent en quelque sorte pour nous les phénomènes vitaux, d'examiner surtout, dans la mesure du possible, à quel point le phénomène réel diffère de ces phénomènes schématiques, idéaux, et de voir l'influence de l'agent étudié sur ce que nous avons coutume de considérer comme un degré d'imperfection dans les réactions chimiques de l'organisme.

Examinons brièvement la nature des déterminations

nécessaires pour l'étude et la vérification des différents points intéressants que nous venons d'exposer.

1° *Destruction de l'albumine.* — Cette destruction peut, pratiquement, être considérée comme mesurée par l'excrétion de l'azote ; il s'agira donc de doser cet élément dans les excréta qui se résolvent dans ce cas aux urines et aux fèces. Certainement tout l'azote excrété ne provient pas des albumines détruites, car il est de toute évidence que certains principes azotés non assimilables traversent l'organisme sans prendre part aux réactions chimiques ; l'adoption d'un coefficient convenable, pour déduire la quantité d'albumine détruite de celle de l'azote total excrété, permettra de réduire, dans une certaine mesure, l'erreur provenant de ce chef. Mais n'oublions pas que notre but consiste surtout dans la comparaison des phénomènes normaux avec ceux qui peuvent se produire sous l'influence d'un agent.

2° *Dépense de calories.* — Une méthode calorimétrique directe permettra d'arriver à cette détermination.

3° *Nature des transformations chimiques opérées dans l'organisme.* — On ne peut avoir ici la prétention de connaître la nature et l'intensité de ces réactions, telles qu'elles se sont passées réellement dans l'organisme, et nous sommes forcés de nous contenter d'un résultat grossier basé sur une interprétation schématique de la réalité. Nous supposerons, par exemple, que tout se résout à des transformations simples des trois substances, albumines, graisses, hydrates de carbone, transformations pour lesquelles nous pourrons adopter les équations chimiques suivantes :

I. Pour la destruction totale de chacun des trois aliments :

$$2\,C^{72}H^{112}Az^{18}O^{22}S + 151\,O^2 = 18\,COAz^2H^4 + 126\,CO^2 + 76\,H^2O + 2\,S$$

Albumine. Urée.

$$2\,C^{57}H^{110}O^6 + 163\,O^2 = 114\,CO^2 + 110\,H^2O$$

Stéarine.

$$16\,C^6H^{12}O^6 + 96\,O^2 = 96\,CO^2 + 96\,H^2O$$

Glucose

II. Pour leur transformation réciproque :

$$4\,C^{72}H^{112}Az^{18}O^{22}S + 139\,O^2 = 2\,C^{57}H^{110}O^6 + 36\,COAz^2H^4 + 138\,CO^2 + 42\,H^2O + 4\,S$$
Albumine, Stéarine. Urée,

$$2\,C^{57}H^{110}O^6 + 67\,O^2 = 16\,C^6H^{12}O^6 + 18\,CO^2 + 14\,H^2O$$
Stéarine. Glucose.

$$4\,C^{72}H^{112}Az^{18}O^{22}S + 206\,O^2 = 16\,C^6H^{12}O^6 + 36\,COAz^2H^4 + 156\,CO^2 + 56\,H^2O + 4\,S$$
Albumine. Glucose. Urée.

III. Pour la transformation des hydrates de carbone en graisses :

$$13\,C^6H^{12}O^6 = C^{55}H^{104}O^6 + 23\,CO^2 + 26\,H^2O$$

La quantité d'albumine détruite totalement ou partiellement est donnée, comme nous venons de le dire, par la détermination de l'azote excrété. Quant à la part qui revient, dans ces transformations intra-organiques idéalisées, à chacune des équations adoptées, on peut voir qu'elle pourra être faite dans une certaine mesure à la suite de la détermination de l'acide carbonique produit, de l'oxygène absorbé, car le rapport de ces deux quantités, ou quotient respiratoire, est bien différent suivant l'équation considérée. Nous reviendrons d'ailleurs plus loin, avec plus de détails, sur le calcul de cette répartition des transformations.

Qu'il nous suffise de remarquer maintenant que la connaissance de l'oxygène absorbé et de l'acide carbonique produit est indispensable à connaître pour cette répartition, et qu'elle est suffisante si la superposition des réactions précédentes n'est pas trop complexe. La connaissance de ces deux quantités peut être considérée comme acquise par la détermination de ce qu'on nomme les *échanges respiratoires.*

Mais ceci n'est pour ainsi dire qu'une première partie du problème; une deuxième, qui s'impose, consistera à voir si les réactions qui se sont réellement passées, diffèrent beaucoup de celles que nous avons admises, et à nous rendre compte de l'intensité de cette différence, autant que nos

moyens bien faibles à ce sujet peuvent nous le permettre. Dans les réactions précédentes, les seuls produits finaux de destruction sont l'acide carbonique, l'eau, l'urée et le soufre. Une analyse complète des excreta nous montrerait la quantité des corps différents de ceux-ci qui ont pris naissance. Mais actuellement on serait loin d'être payé d'un tel labeur; aussi convient-il de se borner aux déterminations dont les résultats peuvent subir une certaine interprétation. Dans nos recherches, nous nous sommes contenté de celles qui donnent une mesure approchée de l'intensité de l'oxydation, dont la perfection est représentée par les réactions théoriques; elles consistent dans le calcul de quelques rapports urinaires; nous y avons joint la détermination de l'élimination de certains éléments, tels que le phosphore et le chlore, qui ne sont point représentés dans les transformations théoriques adoptées.

Hâtons-nous de dire que nous n'avons point réalisé dans tous ses détails ce plan général d'étude. Notre travail, loin d'être complet, n'en représente que les points qui nous ont paru les plus importants; nous nous promettons d'ailleurs de le compléter si les circonstances nous le permettent.

Nous nous dispenserons de présenter, selon l'usage, l'historique de la question; l'exposé en a été fait par différents auteurs et en particulier d'une manière très complète et très méthodique par M. le professeur Pouchet (1). Nous ne pourrions faire mieux et rien n'a été, à notre connaissance, publié depuis. Nous nous bornerons à rappeler dans un de nos chapitres les expériences les plus importantes et dont les conditions ont été bien indiquées, pour en comparer les résultats avec les nôtres.

Nous diviserons notre travail en trois chapitres.

Dans un premier chapitre, nous exposerons les procédés

(1) Pouchet (G.), Action de la caféine et des caféiques sur la nutrition. Bulletin gén. de thérapeutique 1898, **135**, 753-766 et 833-847).

qui nous ont servi à déterminer la quantité de chaleur dégagée par l'animal, et la quantité des produits d'élimination.

Un deuxième chapitre sera constitué par l'exposé de nos expériences.

Enfin, dans un troisième, nous reprendrons, chacun en particulier, les phénomènes de la nutrition sur lesquels nous nous sommes proposé d'étudier l'influence de la caféine, nous examinerons les résultats que nos expériences auront fournis à leur sujet, et nous les comparerons avec ceux que les auteurs ont obtenus.

CHAPITRE PREMIER

DESCRIPTION DES MÉTHODES D'ANALYSE

I. — ÉCHANGES RESPIRATOIRES ET CALORIMÉTRIE

Les mesures relatives aux échanges respiratoires et celles relatives à la calorimétrie ont été faites simultanément au moyen du même appareil. Les indications des dernières ont pu être ainsi vérifiées par celles des premières.

Pour arriver à ce but, nous avons, comme l'a fait KAUFMANN (1), combiné la méthode de LAVOISIER et LAPLACE pour les échanges respiratoires et celle de HIRN (2) pour la calorimétrie.

La première consiste à faire respirer l'animal dans un espace clos ; la connaissance de la composition de l'air avant et après l'expérience permet d'évaluer les quantités moyennes d'oxygène absorbé et d'acide carbonique produit par l'animal pendant la durée de l'expérience.

La deuxième, relative à la mesure de la chaleur dégagée, est basée sur le fait suivant : Si, dans une enceinte, on place une source de chaleur à débit constant, la température de l'atmosphère intérieure s'élève au-dessus de celle de l'atmosphère extérieure, et il arrive un moment où elle

(1) KAUFMANN (M.), Méthode pour servir à l'étude des transformations chimiques intra-organiques et de l'origine immédiate de la chaleur dégagée par l'homme ou l'animal (Arch. de phys. norm. et path., 1896, (5), 8 329).

(2) HIRN (G.) (Revue scientifique, 1887, 673),

devient constante, la quantité de chaleur que reçoit l'atmosphère intérieure étant égale à ce moment à celle qu'elle perd par l'extérieur ; de plus, la différence entre les températures extérieure et intérieure, au moment où celle-ci est constante, est sensiblement proportionnelle, toutes choses égales d'ailleurs, à la vitesse du dégagement de la chaleur fournie par la source. La valeur absolue de cette différence est évidemment fonction des conditions de l'appareil et en particulier de son pouvoir rayonnant ; mais la détermination, une fois pour toutes, de cette valeur absolue, pour une vitesse connue de production de chaleur, permettra, à cause de la proportionnalité indiquée, de calculer la vitesse inconnue d'une autre source à étudier. En d'autres termes, il faut préalablement étalonner l'appareil.

Comme on le voit, ces déterminations, échanges respiratoires et calorimétrie, effectuées par ces méthodes, demandent toutes les deux une chambre close ; il suffira donc de munir la chambre respiratoire de deux thermomètres pour en faire en même temps une chambre calorimétrique.

A. — Échanges Respiratoires

Description des Appareils.

La *chambre* dont nous nous sommes servi, et qui remplit ces deux buts, est un parallélipipède à faces rectangles, à parois de tôle galvanisée de un millimètre d'épaisseur, d'une contenance de 2,970 litres ; sa hauteur est de $1^{m}80$, les faces antérieures et postérieures ont $0^{m}75$ de largeur, les faces latérales $2^{m}20$; par suite, les faces inférieures et supérieures ont $2^{m}20$ de long sur $0^{m}75$ de large. La rigidité et la planéité des parois sont obtenues grâce à une carcasse extérieure en fer ; la paroi inférieure est soutenue par un plancher en bois de 2^{cm} 1/2 d'épaisseur, extérieur à la chambre. A la partie inférieure de la face

antérieure est ménagée une ouverture de 0m60 de côté, destinée à l'introduction de l'animal et fermée pendant l'expérience au moyen d'un châssis mobile. Celui-ci est muni, à sa périphérie, d'une gouttière garnie de caoutchouc, qui vient coiffer exactement une saillie correspondante située sur tout le pourtour de l'ouverture ; seize écrous distants de 15 centimètres environ maintiennent le châssis fortement appliqué contre l'ouverture, et l'étanchéité de l'appareil est ainsi rigoureusement obtenue, comme l'ont d'ailleurs prouvé des expériences préalables. Cette face antérieure possède, en outre, au-dessus de la porte, une ouverture circulaire de un centimètre de diamètre, munie d'une tubulure extérieure et destinée à la prise d'échantillons de l'atmosphère intérieure en vue de son analyse. Sur cette tubulure est mastiqué un tube de caoutchouc, fermé pendant l'expérience par une forte pince à pression. La paroi supérieure possède en son milieu une ouverture sur laquelle est mastiquée une glace et la chambre se trouve ainsi éclairée intérieurement. Une ouverture identique existe sur une des faces latérales et permet à l'opérateur, si besoin est, la surveillance de l'animal emprisonné. La face postérieure laisse passer à l'intérieur de la chambre un câble électrique bien isolé, mastiqué, au moyen de gutta, à son passage à travers cette paroi et destiné au fonctionnement d'un ventilateur à ailettes qui permettra de rendre homogène l'atmosphère intérieure, au moment où l'on voudra faire une prise d'échantillon de celle-ci.

Les mouvements de l'animal en expérience doivent être aussi limités que possible. Aussi est-il indispensable de l'enfermer dans une petite cage qui lui permettra seulement de se lever et de se coucher; la cage qui nous a servi dans nos expériences est en treillis métallique à larges mailles, soutenu par un squelette en fer. Elle a la forme d'un parallélipipède dont les dimensions sont : 1 mètre de long, 0m55 de large, 0m55 de haut. Une cloison intérieure mobile permet de ne laisser à l'animal qu'un espace proportionné à

sa taille. Ajoutons que sous la face inférieure se trouve un réservoir de même dimension qu'elle, destiné à recueillir, si besoin est, l'urine émise pendant l'expérience.

La méthode de détermination des échanges respiratoires étant basée sur la connaissance de la variation produite dans la composition de l'atmosphère par la respiration de l'animal, l'appareillage doit se compléter par une burette à analyse de gaz, spécialement destinée au dosage de l'oxygène et de l'acide carbonique, et par un récipient permettant de prélever un échantillon de l'atmosphère à analyser et de l'introduire dans la burette à analyse.

La *burette* dont nous nous sommes servis et que nous avons imaginée, est du type de celle bien connue de Hempel, mais elle en diffère par ses détails qui en font un instrument autrement précis que celle-ci, tout en lui maintenant sa simplicité. Elle est formée de deux parties dont l'une est destinée à la mesure des volumes gazeux, l'autre à l'absorption de l'oxygène et de l'acide carbonique.

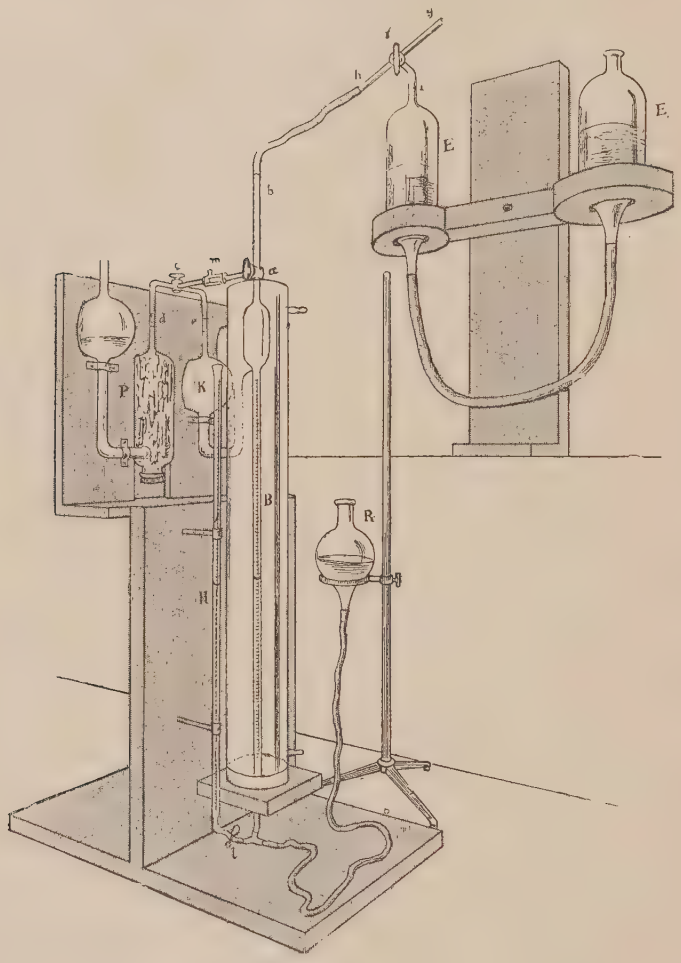
I. La première partie se compose : 1° D'un tube cylindrique *B* vertical, présentant un renflement à sa partie supérieure destiné à lui donner une capacité totale d'environ 120 centimètres cubes. La partie cylindrique, dont le diamètre est de un centimètre environ, est divisée avec exactitude en dixièmes de centimètres cubes ; sa capacité est d'environ 30 centimètres cubes. Au-dessus du renflement est soudé un robinet à trois voies *a*.

2° D'un tube *H* vertical aussi et portant des divisions dont l'espacement est rigoureusement égal à celui des divisions du tube *B*. Il est fixé dans une position telle, qu'une quelconque de ses divisions se trouve sur un même plan horizontal que la division du tube *B* portant le même numéro.

3° D'un récipient *R*, présentant une tubulure à sa partie inférieure et pouvant se mouvoir verticalement le long

d'une tige métallique qui le soutient, et s'y fixer à la hauteur voulue au moyen d'une vis de serrage.

Ces trois organes, *B*, *H* et *R* sont en communication par



leur partie inférieure au moyen d'un tube de caoutchouc bifurqué en un point par l'intermédiaire d'un tube en verre à trois voies. La communication du tube *H* peut être coupée à un moment donné au moyen d'une pince *l* interposée. Les tubes *B* et *H* sont fixés sur une même planche verti-

cale, solidement enchâssée dans une planche horizontale formant pied.

Le tube *B* occupe l'axe d'un manchon cylindrique en verre de 10 centimètres de diamètre, ouvert à sa partie supérieure, fermé à sa partie inférieure, dans lequel on peut établir une circulation d'eau. Ce manchon repose sur une planchette horizontale fixée au bâti vertical, et percée d'une ouverture qui laisse passer l'extrémité inférieure du tube *B*.

La tige verticale qui soutient le réservoir *R* est indépendante du bâti sur lequel sont fixés les tubes *B* et *H*.

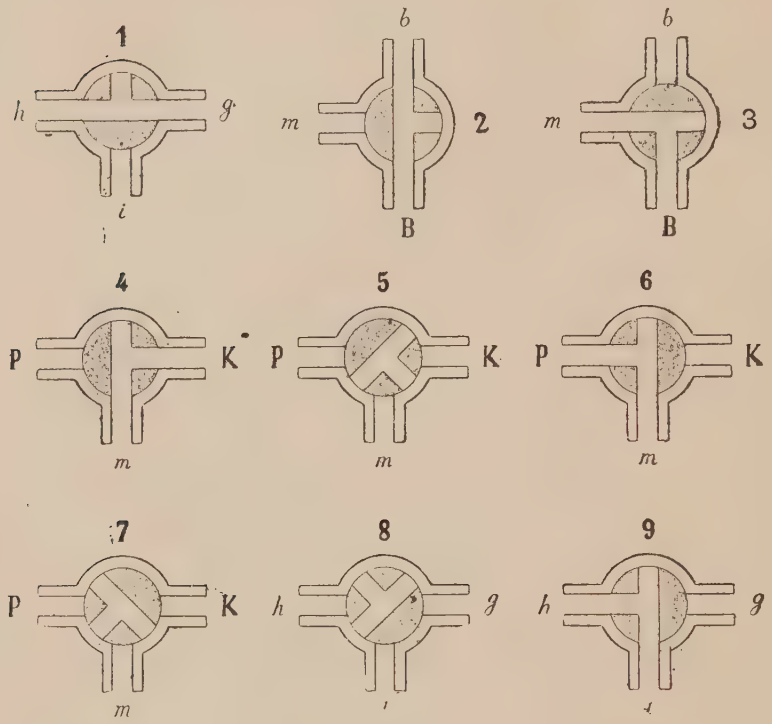
De l'eau acidulée (5 % d'acide sulfurique) est introduite dans le réservoir *R* et vient occuper la partie inférieure des tubes *H* et *B*.

II. La deuxième partie, destinée à l'absorption des gaz, est formée par deux pipettes dites à absorption, *P* et *K*, et contenant, l'une des fragments de phosphore blanc noyés dans l'eau, l'autre une dissolution aqueuse de potasse au 1/5. Chacune d'elles est constituée par deux ampoules reliées entre elles par leur partie inférieure au moyen d'un tube de verre coudé qui leur est soudé. L'une de ces ampoules se trouve à un niveau plus élevé que l'autre et est en communication avec l'atmosphère par sa partie supérieure. Les ampoules les plus basses des deux pipettes, dont l'une contient tout le phosphore, communiquent entre elles au moyen d'un tube de verre *d c e*, deux fois coudé à angle droit, soudé à leur partie supérieure, et portant en *c* un robinet à trois voies, dont la troisième voie est formée par le tube *c m* perpendiculaire au plan du tube coudé *d c e*.

Les deux pipettes sont fixées sur une même planche qui est elle-même reliée au bâti qui soutient les tubes *H* et *B*. La quantité de liquide introduite dans ces pipettes est telle, que les niveaux viennent en *d* et *e*, où se trouvent des index mobiles permettant leur repérage. Les deux parties que nous venons de décrire sont mises en communication par l'intermédiaire des voies horizontales *a m* et *c m* des robi-

nets *a* et *c*. Celles-ci sont situées dans le prolongement l'une de l'autre et sont reliées à leur extrémité au contact par un tube de caoutchouc, entouré d'un petit manchon plein d'eau, qui assure l'étanchéité de l'ajutage.

La capacité de la partie *a m c d e* est relativement très



faible, les tubes n'ayant que deux millimètres environ de diamètre intérieur, de telle sorte qu'une variation dans leur température ne peut amener une différence notable dans le volume total du gaz renfermé dans l'appareil. De cette disposition ressort immédiatement l'avantage suivant : le maintien de l'étanchéité de l'appareil est uniquement subordonné à la surveillance des deux robinets *a* et *c*. De plus, la diffusion des gaz pendant l'opération ne peut pas se produire, car les parois de caoutchouc sont évitées, sauf en un

point, sur une surface très restreinte et protégée extérieurement par une couche d'eau.

L'appareil servant à prélever un *échantillon* de l'atmosphère respirée est formé par deux vases communicants remplis à moitié de mercure. Ce sont deux vases cylindriques de 300 centimètres cubes environ, tubulés à leur partie inférieure. Leurs tubulures sont reliées par un tube de caoutchouc à parois épaisses et résistantes. L'un de ces vases E' s'ouvre librement dans l'air; l'autre E porte à sa partie supérieure un tube à trois voies, muni d'un robinet f et qui lui est soudé par la voie perpendiculaire $f\,i$. Celle-ci est légèrement coudée en son milieu de telle sorte que les deux autres voies, $h\,f\,g$, sont inclinées sur l'horizontale lorsque le récipient est vertical. L'existence de ce tube à trois voies, qui forme la partie originale de cet appareil, permet de faire passer le gaz à analyser dans la burette à analyse sans mélange possible avec l'air atmosphérique.

Manœuvre de la burette à analyse et de l'appareil à échantillonnage.

Prise d'échantillon. — Pour faire la prise d'échantillon, le robinet f ayant établi la communication du réservoir E avec l'atmosphère par le tube g on commence par soulever le réservoir E' de manière à faire monter le mercure dans E jusqu'au robinet, puis celui-ci est fermé. Le tube g est alors mis en communication avec l'atmosphère à analyser et, le robinet étant mis dans la position convenable, le gaz emplit le réservoir E. En élevant et abaissant successivement E', on vide et remplit trois ou quatre fois E, de façon à éliminer la différence de composition qu'avait introduite l'aspiration de l'air atmosphérique contenu dans la partie fg. On ferme alors le robinet f dans la position *1* et l'appareil est transporté à côté de la burette à analyse.

Analyse du gaz. — La manœuvre consiste essentielle-

ment : 1° à mesurer le volume du gaz sur lequel portera l'analyse ; 2° à l'envoyer sur la potasse pour en absorber l'acide carbonique et mesurer la diminution de volume qu'il a éprouvée de ce chef ; 3° à répéter la même opération avec le phosphore qui absorbera l'oxygène. Les volumes gazeux sont mesurés à la pression atmosphérique depuis le robinet *a* jusqu'à la surface du liquide qui occupe la partie inférieure de la burette *B*. C'est cette partie seulement que l'on remplit du gaz à analyser ; il faut, par suite, que le gaz qui remplit la partie *a m c d e* soit, avant l'opération, identique de composition, température et pression à ce qu'il sera à la fin. Or, à ce moment, il est constitué par de l'azote à la température et à la pression de l'atmosphère. Il est donc essentiel, avant de commencer l'analyse, de le remplir d'azote à la pression atmosphérique, qui peut être en général considérée comme constante jusqu'à la fin de l'expérience.

Pour cela, le robinet *a* étant dans la position *2*, on abaisse le réservoir *R* et la burette *B* se remplit d'air atmosphérique. On met celle-ci en communication avec la pipette à potasse en mettant le robinet *a* dans la position *3* et le robinet *c* dans la position *4*. La pince *l* étant fermée, on élève *R* de manière à faire passer la plus grande partie du gaz dans le récipient *K* ; on l'abaisse pour le faire revenir dans *B*, on l'envoie de nouveau dans *K* et, au bout de cinq ou six fois, tout l'acide carbonique est absorbé ; on le ramène alors une dernière fois dans *B*, on ouvre la pince *l*, de manière à mettre le tube *H* en communication avec *B* et *R*, et on dispose le récipient *R* à une hauteur telle que les niveaux du liquide dans *H* et *B* correspondent à un même numéro de la graduation. A ce moment, le gaz contenu dans l'appareil est à la pression atmosphérique. On indique alors, au moyen de l'index mobile *e*, le niveau de la solution de potasse. On donne la communication avec le phosphore en plaçant le robinet *c* dans la position *6* et, après avoir fermé la pince *l*, on répète ce que l'on a fait

pour l'absorption de l'acide carbonique. Dès qu'il ne se produit plus de fumées blanches autour des bâtons de phosphore, l'oxygène est absorbé. On établit la pression atmosphérique à l'intérieur de l'appareil, on indique le niveau de l'eau en *d* et on isole, au moyen du robinet *a* placé en position *2*, la partie *a m c d e* qui se trouve maintenant remplie d'azote à la pression atmosphérique.

Cette opération préliminaire accomplie, on procède immédiatement à l'analyse. La voie *b* est reliée par un tube en caoutchouc à la voie *h* de l'appareil à échantillonnage. La pince *l* étant fermée, on élève le réservoir *R*, de façon à amener le liquide jusqu'au-delà du robinet *f*. On ferme celui-ci en position *8* et on abaisse convenablement *R*. On ouvre alors *f* (position *9*) et le gaz contenu dans le récipient *E* remplit la burette *B*, sans mélange possible avec un gaz étranger ; on fait en sorte qu'il occupe la plus grande partie de la portion graduée de *B*. On donne la communication avec le tube manométrique *H*, on tourne le robinet *a* dans la position *3* et, lorsqu'on juge que le gaz a pris la température de l'eau qui circule autour de lui, on établit l'identité des niveaux et on lit le volume gazeux au centième de centimètre cube, par appréciation du dixième des divisions portées par la burette. Cette lecture se fait au cathétomètre ou, à défaut de cet instrument, directement, en ayant grand soin d'éviter les erreurs de parallaxe, ce à quoi il est possible d'arriver en disposant un cylindre de papier autour du manchon plein d'eau, glissant à frottement doux sur celui-ci. Le bord supérieur de ce cylindre détermine un plan dans lequel on amène, pour la lecture, le niveau du liquide dans la burette.

Cette lecture faite, on absorbe successivement l'acide carbonique et l'oxygène, comme il a été indiqué plus haut, en ayant soin de faire, après ces deux absorptions, la lecture du nouveau volume avec les précautions indiquées. Il faut, en outre, avoir soin avant la lecture, de rétablir l'identité du niveau dans la pipette à potasse ou à phosphore en

e ou *d* en manœuvrant le réservoir *R*, niveau que l'on fixe alors dans sa position en fermant complètement le robinet *c* (position 5 ou 7).

A chaque lecture de volume, on note la pression au dixième de millimètre, et la température au dixième de degré, indiquée par un thermomètre plongé dans le manchon plein d'eau. L'opération terminée, il faut se garder de rétablir la communication de l'atmosphère intérieure, privée d'acide carbonique et d'oxygène, avec l'extérieur, car l'appareil est ainsi prêt pour une analyse ultérieure ; il suffira, au moment d'entreprendre celle-ci, de rétablir la pression atmosphérique à l'intérieur, et pour cela de mettre en communication toutes les parties de l'appareil depuis les surfaces liquides *d* et *e* jusqu'à celle du liquide en *B* et d'établir l'identité du niveau en *H* et *B* ; on marquera de nouveau les positions des niveaux *d* et *e* qui peuvent avoir changé.

La comparaison des volumes gazeux, doit se faire à 0° et 760^{mm} de pression, et corrigés du volume de la vapeur d'eau qu'ils peuvent contenir. Nous supposerons, au sujet de ce dernier point, que dans notre appareil les gaz son saturés de vapeur d'eau, quoique cela ne soit pas rigoureusement exact, l'eau acidulée d'acide sulfurique n'ayant pas même tension maxima de vapeur que l'eau pure; mais l'erreur introduite de ce chef est entièrement négligeable, d'autant que les calculs s'effectuent sur des différences de volumes et que la température et la pression varient très peu du commencement à la fin de l'opération.

La réduction des volumes à l'état sec, à 0° et à 760^{mm}, s'effectue par la formule bien connue

$$V_o = \frac{V_t\,(H - F_t)}{(1 + \alpha t)\,760}$$

Les valeurs de F_t sont données par des tables.

Marche d'une détermination d'échanges respiratoires. — Calculs.

Les quantités d'acide carbonique produit et d'oxygène absorbé étant représentées, il est à peine besoin de le dire, par la différence entre celles qu'on enferme dans la chambre au début de l'expérience et celles que l'on retrouve à la fin, une détermination d'échanges respiratoires comportera les deux opérations suivantes :

1° Déterminer avant de clore la chambre, la quantité d'oxygène et d'acide carbonique secs à 0° et 760^{mm} de pression (les comparaisons étant facilitées par ces conditions) que l'on y enferme.

2° Faire la même détermination à la fin de l'expérience.

1° — On comprend sans peine que la connaissance de la composition de l'atmosphère à ce moment s'impose. Elle sera donnée par une analyse au moyen de la burette. Nous nous sommes dispensé de cette première analyse dans nos expériences, la composition de l'atmosphère étant d'une constance suffisante pour la rigueur que nous pouvions exiger de nos déterminations. Nous avons adopté 0,05 0/0 pour l'acide carbonique, et 20,96 0/0 pour l'oxygène, ce dernier chiffre représentant la moyenne de 8 analyses d'air effectuées au moyen de notre burette et dont les résultats sont rapportés plus loin (tableau I).

De la composition de l'atmosphère on en déduit facilement les quantités d'oxygène et d'acide carbonique secs, à 0° et 760^{mm} de pression, enfermés dans la chambre, au moyen des relations

$$\text{Oxygène} = \frac{V\,(H - f)\,20{,}96}{(1 + \alpha t)\,760.\,100}$$

$$\text{Acide carbonique} = \frac{V\,(H - f)\,0{,}05}{(1 + \alpha t)\,760.\,100}$$

et par suite :

$$\text{Azote} = \frac{V\,(H - f)\,78{,}99}{(1 + \alpha t)\,760.\,100}$$

formules dans lesquelles

V est le volume de la chambre à la température ordinaire.

H la pression barométrique au moment de la fermeture de la chambre.

t la température de l'air au même moment, déterminée au thermomètre fronde.

f la tension de la vapeur d'eau contenue dans l'air au même moment. Cette valeur peut être facilement déterminée au moyen du thermomètre fronde humide. Soit t' la température indiquée par ce dernier ; on pourra calculer

$$f = F - 0{,}0007\,H\,(t - t')$$

F est la tension maxima de la vapeur d'eau à t°.

Avant de fermer la chambre, il faut donc :

1° Lire le baromètre ;

2° Chercher la température de l'air avec le thermomètre fronde sec ;

3° Chercher la température indiquée par le thermomètre fronde humide.

L'animal est introduit dans la chambre à une heure, que l'on note, et la porte en est fermée sans retard.

2°. — Lorsqu'on juge que la durée de l'expérience est suffisante, on procède à la prise d'échantillon de l'atmosphère intérieure comme il a été indiqué plus haut, après avoir fait fonctionner le ventilateur électrique pendant quelques minutes. On note l'heure à laquelle est faite cette opération. Puis le gaz est soumis à l'analyse.

Soit v_o le volume gazeux soumis à l'analyse après réduction à 0° et 760^{mm} et correction d'humidité, selon la formule connue et indiquée page 28.

v'_o le volume après absorption d'acide carbonique dans les mêmes conditions de température et de pression.

v''_o le volume après absorption de l'acide carbonique et de

l'oxygène dans les mêmes conditions de température et de pression.

V_0 le volume de l'air sec à 0° et 760^{mm} de pression contenu dans la chambre respiratoire et donné par la relation

$$V_0 = \frac{V\,(H - f)}{760\,(1 + \alpha t)}$$

dont les diverses valeurs ont été déterminées au début de l'expérience. Les relations suivantes, contenant implicitement celles indiquées plus haut (oxygène, acide carbonique, azote) et qu'il est par suite inutile de calculer, expriment les quantités totales d'acide carbonique produit et d'oxygène absorbé :

Acide carbonique produit :

$$= \frac{V_0}{100\,v_0''}\quad [78{,}99\,(v_0 - v_0') - 0{,}05\,v_0'']$$

Oxygène total absorbé :

$$= \frac{V_0}{100\,v_0''}\quad [20{,}96\,v_0'' - 78{,}99\,(v_0' - v_0'')]$$

Le quotient respiratoire sera à son tour exprimé par la relation :

$$\frac{CO^2}{O} = \frac{78{,}99\,(v_0 - v_0') - 0{,}05\,v_0''}{20{,}96\,v_0'' - 78{,}99\,(v_0' - v_0'')} \qquad (1)$$

Les quantités totales d'acide carbonique produit et d'oxygène absorbé ne sont point le terme final du calcul. Leur connaissance, jointe à celle de l'azote excrété pendant la

(1) Ce n'est pas ici le lieu de détailler l'établissement de ces relations. Mais nous tenons à faire remarquer qu'elles sont fonction de la quantité d'azote, ce qui indique qu'elles ont été établies en faisant le pourcentage par rapport à cette quantité. Quelques auteurs calculent en déterminant la quantité pour cent d'oxygène et d'acide carbonique qui existent dans l'atmosphère respirée, et font la différence avec les quantités pour cent de ces mêmes gaz dans l'atmosphère normale. Un tel calcul ne peut être exact que dans le cas tout à fait particulier où le quotient respiratoire est égal à 1.

même période, permet de calculer les quantités de graisses et d'hydrates de carbone brûlés.

Ce calcul est évidemment soumis à une hypothèse sur le mode de destruction de ces substances ; aussi les chiffres qui en résultent sont par suite eux mêmes hypothétiques. Mais, dans notre cas, leur signification n'en est pas amoindrie, parce qu'ils nous servent uniquement à des comparaisons.

Nous avons adopté, pour les transformations intra-organiques, les équations de CHAUVEAU, qui représentent un mécanisme d'oxydation :

$$\underset{\text{albumine}}{4\,C^{72}H^{112}Az^{18}O^{22}S} + 302O^2 = 36\,\underset{\text{urée}}{COAz^2H^4} + 252\,CO^2 + 152\,H^2O + 4\,S$$

$$\underset{\text{albumine}}{4\,C^{72}H^{112}Az^{18}O^{22}S} + 139\,O^2 = 2\,\underset{\text{stéarine}}{C^{57}H^{110}O^6} + 36\,\underset{\text{urée}}{COAz^2H^4} + 138\,CO^2 + 42\,H^2O + 4\,S$$

$$\underset{\text{stéarine}}{2\,C^{57}H^{110}O^6} + 67\,O^2 = 16\,\underset{\text{glucose}}{C^6H^{12}O^6} + 18\,CO^2 + 14\,H^2O$$

$$\underset{\text{glucose}}{16\,C^6H^{12}O^6} + 96\,O^2 = 96\,CO^2 + 96\,H^2O$$

Dans le cas particulier de la regression des hydrates de carbone à l'état de graisses, c'est l'équation de HENRIOT que nous avons adoptée.

$$13\,C^6H^{12}O^6 = C^{55}H^{104}O^6 + 23\,CO^2 + 26\,H^2O.$$

Connaisssant la quantité d'azote éliminé et, par conséquent, celle d'albumine détruite, il est facile de calculer l'acide carbonique produit et l'oxygène absorbé dans cette destruction.

Nous avons adopté les coefficients suivants pour nos calculs :

1 gr. d'azote urinaire représente 6 gr. 25 d'albumine (1).

1 gr. d'albumine, en s'oxydant complètement, dégage $0^l\,872$ de CO^2 et absorbe $1^l\,045$ de O^2.

(1) Nous nous sommes peu préoccupé des discussions relatives à ce coefficient, puisque, comme nous l'avons déjà dit, ce ne sont que des comparaisons que nous nous proposons.

Ce calcul effectué, on peut savoir, par une simple soustraction, ce qui revient globalement d'acide carbonique et d'oxygène à la destruction des graisses et des hydrates de carbone.

Représentons par CO^2 le volume d'acide carbonique provenant globalement des hydrates de carbone et des graisses et par Ox le volume d'oxygène absorbé correspondant.

Soit x l'acide carbonique provenant des graisses,

x' l'acide carbonique provenant des hydrates de carbone.

Le quotient respiratoire $\frac{CO^2}{O}$ étant approximativement 0,7 pour les graisses, l'oxygène absorbé dans l'oxydation de la graisse sera $\frac{x}{0,7}$ et le quotient respiratoire des hydrates de carbone étant 1, l'oxygène absorbé dans leur oxydation sera x'.

On peut poser les équations suivantes :

$$x + x' = CO^2$$

$$\frac{x}{0,7} + x' = Ox.$$

D'où l'on tire :

$$x = \frac{7}{3}\ Ox - CO^2)$$

$$x' = CO^2 - \frac{7}{3}(Ox - CO^2).$$

Sachant, d'autre part, d'après les équations chimiques adoptées, que 1 gr. de graisse dégage, par oxydation totale, 1^l 429 de CO^2 et 1 gr. de glucose 0^l 744, on pourra poser comme relations finales :

$$\text{Quantité en grammes de graisse brûlée} = \frac{7\,(Ox - CO^2)}{4,287}$$

$$\text{Quantité en grammes de glucose brûlée} = \frac{3\ Co^2 - (7\ Ox - CO^2)}{2,232}$$

Ces relations permettent de calculer aussi la constitution

des réserves, lorsqu'elle a eu lieu suivant les équations de Chauveau ; le résultat est négatif dans ce cas.

Les exemples suivants le feront voir facilement.

Supposons le cas complexe suivant :

1 gr. d'albumine complètement oxydée ;
1 gr. d'albumine transformée en graisse = 0 gr. 276 de graisse ;
0 gr. 1 de graisse complètement oxydée ;
1 gr. d'albumine transformée en sucre = 0 gr. 447 de sucre ;
1 gr. de sucre oxydé.

Ce système donne : Oxygène absorbé = 3^l 187, CO^2 produit = 2^l 777.

Pratiquement, puisqu'il y a eu 0 gr. 276 de graisse formée et 0 gr. 100 oxydée, tout s'est passé pour nous comme si 0,266 — 0,100 = 0 gr. 176 de réserves graisseuses s'étaient formées; de même pour le sucre, comme si 1 — 0,447 = 0 gr. 553 de réserves s'étaient oxydées.

Ce système se réduit donc au suivant :

2 gr. 362 albumine complètement oxydée ;
0 gr. 638 album. transformée en graisse = 0 gr. 176 graisse fixée ;
0 gr. 553 de sucre de réserve oxydé.

Pour notre calcul, nous supposons que les 3 gr. d'albumine ont été complètement oxydés et nous retranchons le chiffre de O^2 et CO^2 qui en résulte de ceux que nous trouvons expérimentalement. Si nous conservons aux nombres leurs signes, nous trouvons :

Graisse = — 1,178
Sucres = + 0,558.

Les différences avec les chiffres théoriques tiennent à ce que le quotient respiratoire des graisses a été arrondi.

Il nous est facile maintenant de rectifier le chiffre de

3 gr. d'albumine supposée oxydée complètement et de le réduire ainsi à 2 gr. 362.

Voici un autre exemple dans lequel il s'est formé des réserves de graisses et d'hydrates de carbone.

1 gr. albumine complètement oxydée ;
1 gr. albumine transformée en graisse ;
0 gr. 1 graisse complètement oxydée :
1 gr. albumine transformée en glucose ;
0 gr. 1 glucose complètement oxydée.

Ce système donne : Oxygène absorbé = 2^l 517, CO^2 produit = 2^l 107 et revient à celui-ci :

1 gr. 365 albumine complètement oxydée ;
0 gr. 638 album. transformée en graisse = 0 gr. 176 graisse fixée ;
0 gr. 997 album. transformée en glucose = 0 gr. 347 glucose fixée.

Le calcul effectué en supposant tout d'abord que les 3 gr. d'albumine ont été complètement oxydés et en observant bien les signes nous donne :

Graisse oxydée = — 0,178
Sucre oxydé = — 0,343

Nous n'aurons plus qu'à corriger convenablement le chiffre d'albumine supposée complètement oxydée, en admettant que les réserves constituées proviennent de cet aliment.

Dans ce cas, nous pouvons attribuer sans crainte la formation des hydrates de carbone et des graisses à la transformation immédiate de l'albumine. Mais, lorsqu'en même temps qu'une constitution de réserves de sucres, on trouve une dépense de graisses, les relations précédentes ne permettent plus d'établir si les hydrates de carbone proviennent des albumines ou des graisses et, *a fortiori*, quelle part en revient à chacun de ces deux aliments.

On voit que cette méthode de calcul comporte une certaine généralité. Mais elle ne peut évidemment s'appliquer au cas de la regression des hydrates de carbone à l'état de graisse, puisque celle-ci a lieu par un mécanisme différent de la réaction inverse d'oxydation.

On sera averti, dans une certaine mesure, de cette regression par l'obtention d'un quotient respiratoire supérieur à 1, et dans ce cas on pourra calculer la quantité de graisse fixée, mais en changeant de méthode de calcul.

Si l'on retranche des quantités totales d'acide carbonique et d'oxygène celles qui reviennent à l'oxydation de l'albumine, on obtient un reste provenant de l'oxydation des sucres et de leur transformation en graisses ; soient CO^2 et Ox ces restes.

Si on remarque que la transformation des sucres en graisse n'absorbe pas d'oxygène, il vient, en représentant par y la quantité de CO^2 provenant de la formation des graisses et par y' celle qui provient de l'oxydation des sucres :

$$\begin{aligned} y + y' &= Co^2 \\ y' &= Ox \\ \text{d'où} \quad y &= CO^2 - Ox \\ y' &= Ox \end{aligned}$$

1 gramme de graisse dégageant 0^{l}589 de CO^2 dans sa formation, il vient :

$$\text{Graisse formée (en grammes)} = \frac{CO^2 - Ox}{0{,}589}$$

$$\text{Hydrates de carbone oxydés (en grammes)} = \frac{Ox}{0{,}744}$$

Lorsque la consommation totale a été ainsi répartie entre les 3 aliments, il est facile de calculer la production de chaleur qui doit en résulter.

Nous nous sommes servi dans nos calculs des nombres suivants :

1 gr. d'albumine en s'oxydant complètement	dégage	4c8
— — se transformant en graisse	—	2c2
— — — glucose	—	3c2
— de graisse en s'oxydant complètement	—	9c3
— d'hydrate de carbone en s'oxydant complètement	—	4c1

Essai des Appareils.

Avant d'entreprendre tout dosage avec la *burette* à analyse, il est de toute nécessité : 1° De vérifier la graduation de la partie cylindrique de *B*, c'est-à-dire de voir si le volume limité par deux divisions consécutives correspond bien au dixième de centimètre cube, et cela pour les diverses parties de ce tube calibré; une correction sera introduite s'il y a lieu. Cette vérification se fera très simplement en pesant un certain volume d'eau qu'on laisse s'écouler par la partie inférieure du tube *B*, disposée momentanément à cet effet;

2° D'établir quelle capacité à partir du robinet *a* indique le chiffre lu sur la burette. Cette détermination se fera également par pesée d'eau écoulée. Le procédé qui permettra de bien établir le zéro en *a* consistera à remplir d'eau toute la burette et une partie du tube *b* (le robinet étant en position 2), puis, le robinet *c* étant enlevé de sa douille, à mettre le robinet *a* en position 3. L'air rentrera alors par le tube *c m a* et l'eau s'écoulera exactement à partir de *a*. S'il n'y a pas concordance entre les volumes réels et ceux indiqués par la graduation, une table sera dressée, faisant dorénavant partie intégrante de l'appareil, pour un même opérateur.

Avant d'entreprendre nos analyses de gaz expirés, nous avons jugé nécessaire de nous rendre compte de la précision de notre appareil et nous avons, dans ce but, effectué une série d'analyses d'air atmosphérique et de dé-

terminations du quotient respiratoire $\frac{CO^2 \text{ produit}}{O \text{ absorbé}}$ de l'alcool absolu dont la valeur théorique est 0,663.

TABLEAU I

Analyses d'air atmosphérique de la salle d'analyse

N°	Prise d'essai			Après absorp. de CO^2			Après absorp. d'O.			0/0 de gaz sec à 0 et 760	
	volume	t.	H.	volume	t.	H.	volume	t.	H.	CO^2	O
1	91.91	23.95	752.8	91.85	23.0	752.7	72.49	22.9	752.7	0,103	21.01
2	90.80	23.8	753.7	90.75	23.8	753.7	71.79	23.9	753.7	0,055	20.91
3	91.09	21.4	752.9	91.05	21.45	753.0	72.06	21.6	753.0	0,049	20.93
4	91.82	21.4	757.3	91.81	21.5	757.3	72.68	21.7	757.3	0,028	20.93
5	91.91	23.6	756.7	91.82	23.6	756.7	72.54	23.7	756.6	0,098	21.01
6	90.42	22.3	758.8	90.39	22.45	758.8	71.54	22.6	758.7	0,099	20.90
7	90.13	23.4	757.8	90.10	23.4	757.8	71.24	23.6	757.6	0,037	21.02
8	91.75	22.95	754.6	91.74	23.0	754.6	72.56	22.95	754.6	0,010	20.98

Moyenne pour O : 20,96

La moyenne des nombres exprimant le volume d'oxygène sec à 0° et 760^{mm} contenu dans 100 volumes d'air est 20,96 ; il diffère légèrement du chiffre généralement adopté 20,89. Néanmoins, c'est lui que nous avons adopté dans tous nos calculs ultérieurs. De même, pour toutes nos déterminations, nous avons admis, sauf dans des circonstances spéciales, un chiffre constant d'acide carbonique contenu dans l'atmosphère de notre salle, et égal à 0,05 °/₀.

TABLEAU II

Quotient respiratoire de l'alcool brûlant sous une cloche reposant sur le mercure.

N°	Prise d'essai			Après absorpt. de CO^2			Après absorp. de O			0/0 de gaz sec à 0 et 760		Quotient respirat°.
	V.	t.	H.	V.	t.	H	V.	t.	H.	CO^2	O	
1	91.05	20.95	756.3	87.30	21.0	756.3	73.40	21.0	756.4	4,14	15.25	0,666
2	92.09	22.0	756.7	88.60	22.05	756.7	74.28	22.2	756.6	3.81	15.62	0,651
3	93.07	22.1	751.4	89.26	22.1	751.4	75.05	22.1	751.4	4.09	15.30	0,663
4	95.22	22.0	751.6	91.67	22.0	751.6	76.62	22.0	751.6	3.73	15.80	0,662

Pour réaliser ces expériences, une lampe contenant de l'alcool absolu était allumée sous une cloche reposant sur une couche de mercure. Quand elle s'était éteinte d'elle-même, une partie du gaz contenu dans la cloche était introduite sans mélange avec l'air extérieur dans la burette à analyse au moyen du tube à trois voies identique à celui qui a été décrit plus haut (*f h g i*).

Les calculs ont été effectués par la formule déjà indiquée.

Chambre respiratoire. — Il était également indispensable de s'assurer du bon fonctionnement de la chambre respiratoire, principalement au point de vue de son étanchéité, et de vérifier aussi l'exactitude de la mesure de sa capacité.

Des déterminations, dont le résultat théorique était connu d'avance, devaient nous permettre d'arriver à ce but. Nous avons, en effet, effectué une série d'expériences, en faisant brûler à l'intérieur de la chambre un poids connu d'alcool absolu. Le tableau suivant indique les conditions et les résultats de ces expériences.

TABLEAU III

Combustion d'alcool dans la chambre respiratoire.

N°	Prise d'essai			Après absorp. de CO_2			Après absorp. de O.			0/0 de gaz sec à 760 et 0°		Quotient respir.
	V.	t.	H	V.	t.	H.	V.	t.	H.	CO_2	O.	
1	91.31	22.55	755.4	89.01	22.6	755.4	73.11	22.8	755.5	2.540	17.480	0,665
1	98.10	22.75	755.6	95.60	22.75	755.6	78.43	22.65	755.7			
2	93.87	21.4	754.3	91.51	21.4	754.3	75.11	21.45	754.3	2.510	17.515	0,663
2	92.61	21.5	754.7	90.29	21.5	754.7	74.06	21.5	754.7			
3	95.76	20.8	756.2	93.60	20.8	756.2	76.47	20.8	756.2	2.245	17.885	0,664
3	91.49	20.8	756.2	89.44	20.8	756.2	73.08	20.8	756.2			

N°	Au mom. de la fermeture			Quant. d'alcool brûlé	Calculé		Trouvé	
	H.	t. indiquées par le th. fronde			CO_2 prod.	O abs.	CO_2 prod.	O abs.
		sec.	mouillé					
1	755.8	20°6	15°6	68ᵍ73	66ˡ51	100ˡ3	65ˡ95	99ˡ20
2	754.1	21.2	18.6	66.23	64.09	96.65	64.67	97.62
3	755.9	20.2	17.4	60.09	58.15	87.95	57.89	87.18

Nous avons jugé la concordance entre les chiffres théoriques et les chiffres trouvés, suffisante pour le genre d'expériences que nous nous proposions d'entreprendre.

B. — Calorimétrie

Description des appareils

La chambre respiratoire déjà décrite, nous sert, en même temps, comme nous l'avons dit, de chambre calorimétrique.

Les *thermomètres* employés dans la méthode que nous avons adoptée doivent forcément être des thermomètres enregistreurs, et cela pour plusieurs raisons principales :

1° Un thermomètre ordinaire à mercure doit être lu fréquemment ; ce n'est qu'à cette condition qu'on peut avoir la certitude que, d'une part, la température extérieure est restée constante, et que, d'autre part, le chiffre lu à l'intérieur, correspond bien à l'état permanent. Or, non seulement la lecture précise du thermomètre intérieur est difficile à réaliser, mais encore les allées et venues dans la salle qui contient la chambre en modifient la température, et peuvent surexciter l'animal dont les échanges subiront ainsi des variations dues à une toute autre cause que celle que l'on étudie.

2° L'obtention d'une courbe indiquant la température à chaque moment, permet de constater le degré de régularité dans la production de chaleur et de juger ainsi la valeur qu'il convient d'attribuer à l'expérience ; elle donne aussi une idée de l'état d'agitation de l'animal, soit par l'amplitude des oscillations de la température, qui n'est jamais rigoureusement fixe, soit par les tremblottements du style, produits par les mouvements de l'animal dans la chambre.

Les thermomètres dont nous nous sommes servi, enre-

gistrent la température avec une amplitude telle que le dixième de degré est représenté par une dénivellation de la courbe d'environ un millimètre. Ils ont été construits par la maison Richard, identiques à ceux qui ont servi à M. Kaufmann, dans ses recherches sur les oxydations intraorganiques (1).

L'un de ces thermomètres est place à l'intérieur de la chambre métallique, sur une console située à mi-hauteur, dans l'un de ses angles L'hélice métallique de cet appareil, dont les variations de température sont indiquées par le style, est orientée de telle façon qu'elle se trouve à l'abri du rayonnement direct de l'animal. L'autre thermomètre est placé à l'extérieur, dans une situation fixe par rapport à la chambre.

Ces thermomètres doivent être gradués avant leur emploi, par comparaison avec un bon thermomètre à mercure, indiquant le dixième de degré; une échelle est définitivement établie pour chacun d'eux. Il n'est point nécessaire que la graduation de l'un soit identique à celle de l'autre, ce réglage est extrêmement délicat et ne conduit à aucune simplification pratique. A la fin de l'expérience, chaque thermomètre est lu isolément et on fait la différence entre les deux chiffres obtenus.

Etalonnage de la chambre

Une veilleuse à huile d'olive constitue une bonne source de chaleur et nous l'avons adoptée pour l'étalonnage. Elle est placée au centre de la chambre ; on note le poids d'huile disparue et la durée de la combustion. La différence observée entre les températures constantes intérieure et extérieure, correspond à la vitesse de la production de chaleur, que l'on calcule en divisant par le nombre d'heures, la quantité de chaleur dégagée, celle-ci étant égale au produit du

(1) Kaufmann, *loc cit.*

nombre de grammes d'huile disparue par la chaleur de combustion de ce corps exprimée en grandes calories. Nous avons adopté pour ce facteur la valeur 9,455.

Nous avons trouvé pour notre appareil que chaque dixième de degré de différence entre les deux temp ératures représentait une production de 2c9 par heure. Ce chiffre est la moyenne des résultats de quatre déterminations.

Marche d'une détermination calorimétrique

Les deux thermomètres étant demeurés dans la situation où ils se trouvaient lorsque l'étalonnage a été fait, l'animal, enfermé dans sa cage en treillis, est placé au centre de la chambre, et celle-ci est fermée. Lorsque la durée de l'expérience est jugée suffisante, les feuilles des thermomètres sont extraites et examinées à loisir.

Les expériences ont eu lieu dans un local où la température n'a jamais varié de 1/10 de degré pendant la durée de chacune d'elles. C'est là une condition importante pour l'exactitude des mesures calorimétriques.

Dans nos expériences, l'état permanent était obtenu au bout d'une demi-heure environ. Le plateau de la courbe n'a jamais été parfait, l'animal s'étant toujours agité suffisamment pour modifier d'une façon notable sa production de chaleur. Aussi avons-nous dû nous contenter d'une évaluation approximative de la température constante intérieure, en supposant une horizontale idéale passant au milieu des sinuosités de la courbe réelle. Pour plus de précision, on aurait pu faire l'intégration de la courbe, en déterminant la surface délimitée par la ligne représentant la température extérieure au moment où elle est devenue constante et par celle qui représente la température extérieure (1). Mais nous avons jugé cette précision absolument

(1) En pesant une feuille de papier bien régulier découpée suivant les courbes.

illusoire, étant donné les nombreuses causes d'erreur qui peuvent provenir par ailleurs.

Les déterminations calorimétriques ont, en général, coïncidé avec la mesure des échanges respiratoires.

II. — ANALYSE DES URINES

Nous nous étendrons moins sur ces méthodes d'analyses que sur celles que nous venons d'exposer. Elles sont en général classiques et les quelques modifications que nous avons pu y introduire ne portent que sur des détails ou sur leur adaptation à la concentration un peu spéciale des urines sur lesquelles nos analyses ont été effectuées.

Les résultats que nous avons adoptés résultent tous de moyennes, et cela de deux façons différentes : ou bien une seule analyse a été faite sur l'urine de chaque jour d'une période donnée, car le seul résultat sur lequel nous comptons est celui qui provient de la moyenne de ces analyses journalières ; ou bien lorsque les dosages ont été effectués sur un mélange représentant l'urine moyenne d'une période, les résultats proviennent alors de la moyenne de 3 dosages répétés.

1° Extrait sec.

L'extrait sec a été réalisé à la température ordinaire et dans le vide.

Voici la marche suivie pour sa détermination :

On tare deux verres de montre d'égale dimensions, un anneau de clinquant destiné à les maintenir appliquées et un petit filtre à plis de la dimension des verres de montre, muni d'une bague de fil qui l'empêche de trop s'étaler ; cette bague est retenue dans la partie large du filtre par une encoche faite sur deux plis opposés. La tare obtenue, on imbibe le filtre avec 1 centimètre cube d'urine soigneuse-

ment mesuré et on dispose le tout sous une cloche à acide sulfurique où l'on fait le vide. Au bout de 12 heures environ, le poids du résidu ne variant plus, on pèse de nouveau et la différence avec la tare donne le poids de l'extrait sec contenu dans 1 centimètre cube d'urine ; les pesées sont faites au 10e de milligramme. Ce procédé a l'avantage de donner des résultats constants ; de plus, il est facile de faire simultanément un grand nombre de déterminations dans un espace restreint.

2° Carbone.

Le carbone a été dosé par la méthode décrite par Desgrez (1) et au moyen de l'appareil qu'il a fait construire pour la mettre en pratique. Les dosages ont été généralement effectués avec 10 centimètres cubes d'urine qui provoquaient une augmentation de poids des tubes absorbants de 0g50 environ, quantité tout à fait convenable pour la précision des résultats.

3° Azote total.

Il a été dosé dans nos recherches par la méthode de Kjeldahl avec les modifications de Henninger et de Denigès, c'est-à-dire en dosant l'ammoniaque formée par le dégagement d'azote provoqué par l'action de l'hypobromite de sodium et en ajoutant de l'oxalate de potassium comme accélérateur de la transformation des substances azotées en sulfate d'ammonium : 5 ou 10 centimètres cubes d'urine, suivant leur richesse en azote, sont introduits dans un ballon à long col, additionnés de 5 centimètres cubes d'une solution à 30 % d'oxalate neutre de potassium et de 5 centimètres cubes d'acide sulfurique concentré. Le mélange est porté à l'ébullition et, après décoloration complète et refroidisse-

(1) Desgrez (A.). Dosage du carbone total dans les produits d'élimination (C. R. Soc. de biologie, 1897, (10), **4**, 1077.)

ment, il est introduit dans un ballon jaugé de 100 centimètres cubes avec les eaux de lavage du ballon à long col. Ce liquide fortement acide est saturé par de la lessive de soude en présence de phtaléine du phénol et sous un courant d'eau froide, afin d'éviter un trop grand échauffement du mélange ; la fin de la saturation est opérée sur le liquide absolument refroidi. Quelques gouttes d'acide sulfurique sont ajoutées alors, afin de ramener la liqueur à une très légère acidité et le volume complété à 100 centimètres cubes. C'est sur ce liquide qu'est effectué le dosage à l'hypobromite de sodium par mesure du volume de l'azote dégagé.

Ce volume a été mesuré au moyen de l'uréomètre de Moreigne (1), joignant à un maniement très simple, une très grande précision à la condition d'observer les points suivants en dehors de ceux qui le sont généralement :

1° Vérifier la graduation de l'appareil, car il n'y a aucune raison de croire que le constructeur a lu le niveau comme le fera l'opérateur ;

2° Attendre que l'air intérieur ait bien pris la température du bain avant d'établir le zéro ;

3° Se placer dans des conditions telles que la température du bain d'eau, dans lequel l'appareil est plongé, n'ait pas varié de plus de 2 dixièmes de degré entre le moment où le zéro est établi et celui où l'on fait la lecture finale ;

4° Agiter vigoureusement le mélange du liquide ammoniacal et de l'hypobromite de sodium. C'est d'ailleurs là le point délicat de l'emploi de cet appareil ;

5° Ne point calculer le poids d'azote d'après son volume, sa température et sa pression, mais en faisant un dosage semblable sur une solution titrée de chlorure d'ammonium et de telle sorte que le volume gazeux dégagé, le volume du mélange liquide et le volume de réactif hypobromique

(1) Moreigne (H). Considérations générales sur les uréomètres. (Journ. de pharm. et de chim., 1897 (6), 5, 379.)

employé soient très rapprochés de la valeur de ces quantités dans le 1er dosage ; que la température et la pression soient restées identiques ;

6° N'employer comme réactif hypobromique que celui qui n'a pas plus de deux jours d'existence ;

7° Lire au demi-dixième de centimètre cube ;

8° Faire au moins 3 déterminations dont on prendra la moyenne.

Dans nos dosages, nous avons employé 5 ou 10 centimètres cubes, suivant les cas, de liquide ammoniacal préparé comme il a été dit plus haut.

4° Azote uréique.

Nous l'avons dosé par la méthode (1) et l'uréomètre de Moreigne. 5 ou 10 centimères cubes d'urine sont introduits dans un ballon jaugé de 50 centimètres cubes, additionnés d'un peu d'eau, de 4 centimètres cubes d'acide chlorhydrique et de 25 centimètres cubes de réactif acide phosphotungstique dont la préparation a été indiquée par l'auteur ; le volume est complété à 50 centimètres cubes et le mélange abandonné 24 heures ; au bout de ce temps, on filtre sur un filtre sec, on prélève 25 centimètres cubes du filtratum que l'on introduit dans un ballon jaugé de 50 centimètres cubes et on sature par de la lessive de soude en présence de phtaléine du phénol ; on complète alors à 50 centimètres cubes avec de l'eau. On prélève sur ce mélange 10 centimètres cubes, correspondants à 0,5 ou 1 centimètre cube d'urine que l'on introduit dans l'uréomètre et desquels on dégage l'azote par l'hypobromite de sodium ainsi préparé :

Mélanger 30 centimètres cubes de lessive de soude non carbonatée et 35 centimètre cubes d'eau.

Ajouter peu à peu et sous un courant d'eau froide 5 centimètres cubes de brôme.

(1) Moreigne (H). Détermination volumétrique de l'azote de l'urée, etc. Journ. de pharm. et de chim., 1898 (6), **8**, 241.)

Ajouter finalement 30 centimètres cubes de lessive de soude.

On fait un dosage comparatif avec une solution titrée d'urée et dans des conditions voisines de volumes gazeux et liquide, et identiques de température et de pression, et en observant les précautions indiquées pour le dosage de l'azote total.

Nous avons abandonné l'emploi de la glucose dont on se sert couramment dans ce dosage par suite de la propriété qu'elle aurait de faire que tout l'azote théorique de l'urée se dégage par l'action de l'hypobromite.

Tout d'abord nous n'avons vu aucun avantage à cela, puisque le dosage comparatif avec la solution titrée d'urée n'en est pas moins nécessaire, et d'autre part, tous les échantillons de glucose que nous avons essayés, ont fourni un dégagement gazeux sous l'influence de l'hypobromite de sodium.

5° Phosphore total.

Il est dosé par la méthode volumétrique à l'azotate d'uranium sur le liquide résultant du traitement à chaud de l'urine par l'acide sulfurique en présence d'oxalate et qui a servi au dosage de l'azote total ; 10 centimètres cubes ont déjà été prélevés pour le dosage de l'azote : les 90 centimètres cubes qui restent et qui correspondent à 9 centimètres cubes d'urine sont additionnés d'une solution d'acétate de sodium acidifiée par l'acide acétique et traités à l'ébullition par une liqueur titrée d'azotate d'uranium convenablement préparée, jusqu'à légère coloration brune d'une goutte de solution concentrée de ferrocyanure de potassium déposée sur une plaque de porcelaine vernie et blanche.

Soit n le nombre de centimètres cubes de la solution titrée employé (après la correction voulue), V le volume exprimé en centimètres cubes d'urine des 24 heures, t le titre de la solution titrée, c'est-à-dire la quantité en grammes de phosphore que représente 1 centimètre cube, la

quantité de phosphore total des 24 heures sera donnée par la relation.

$$Pt = \frac{Vnt}{9}$$

6° Phosphore des phosphates.

Il est dosé par la même méthode que le phosphore total, mais directement sur 10 centimètres cubes d'urine non filtrée : la quantité en grammes des 24 heures est donnée par la relation.

$$Pp = \frac{Vnt}{10}$$

7° Chlore des chlorures.

Nous avons adopté la méthode cyani-argentimétrique de Denigès, qui permet d'opérer directement sur l'urine et dans laquelle l'indication de la fin de la réaction a lieu avec une très grande approximation. 20 centimètres cubes d'urine sont mis dans un ballon de 100 centimètres cubes ; on ajoute 5 centimètres cubes d'acide azotique et 20 centimètres cubes d'une solution $\frac{N}{10}$ d'azotate d'argent ; on agite et on complète le volume à 100 centimètres cubes, on filtre sur un filtre sec, on prélève 50 centimètres cubes du filtratum auquel on ajoute 15 centimètres cubes d'ammoniaque, 10 centimètres cubes d'une solution $\frac{N}{10}$ de cyanure de potassium, quelques gouttes d'une solution concentrée d'iodure de potassium, et finalement, au moyen d'une burette graduée, de la solution $\frac{N}{10}$ d'azotate d'argent. La quantité de cette liqueur nécessaire pour obtenir un louche persistant représente exactement l'azotate d'argent disparu par sa précipitation à l'état de chlorure ; soit n centimètres cubes le volume de solution $\frac{N}{10}$ d'azotate d'argent employé ; chaque centimètre cube représentant 0,00355 de chlore, on

calculera le chlore des 24 heures par la relation suivante ou V représente le volume d'urine des 24 heures.

$$\text{Clc} = \frac{Vn\ 0{,}00355}{10}$$

8° Soufre

Suivant l'usage généralement adopté, nous avons recherché la quantité de soufre existant sous les trois états suivants :

1° Soufre des sulfates ;
2° Soufre des phénolsulfates ;
3° Soufre organique.
Ces déterminations nécessitent trois dosages :
1° Soufre total ;
2° Soufre des sulfates ;
3° Soufre des sulfates et des phénolsulfates.

a) Soufre total. — La technique suivie dans nos recherches a été la suivante : 25 centimètres cubes d'urine non filtrée, additionnée de quelques décigrammes d'azotate de sodium, sont évaporés à siccité dans une capsule de porcelaine ; on ajoute encore quelques cristaux d'azotate de sodium et le résidu est calciné au rouge naissant dans un moufle. Les cendres sont reprises par de l'eau distillée, la capsule lavée soigneusement à l'eau d'abord, et finalement avec 10 centimètres cubes d'acide chlorhydrique au 1/4 ; la dissolution et les eaux de lavage sont mises directement dans un ballon jaugé de 50 centimètres cubes, on parfait le volume avec de l'eau distillée, on mélange et on verse le liquide sur un filtre sec ; 40 centimètres cubes de la solution filtrée, correspondant à 20 centimètres cubes d'urine, sont portés à l'ébullition et additionnés d'une solution concentrée de chlorure de baryum jusqu'à complète précipitation. Le tout est abandonné dans un endroit frais pendant

12 heures environ. Le précipité est alors recueilli sur un filtre sans plis et lavé. Le filtre et le précipité sont, après dessiccation, calcinés selon les règles. Soit p, le poids du sulfate de baryum obtenu; V, le volume d'urine des 24 heures ; il est facile d'en déduire le poids du soufre correspondant aux 24 heures, au moyen de la relation suivante :

$$St = \frac{Vp\,0{,}1373}{40}$$

b) Soufre des phénolsulfates. — 100 centimètres cubes d'urine filtrée, sont traités par 50 centimètres cubes exactement mesurés du mélange suivant :

Eau saturée de chlorure de baryum....	1 partie
Eau de baryte saturée.....	2 parties

Il se fait un abondant précipité que l'on sépare en jetant le mélange sur un filtre sec. On recueille 100 centimètres cubes du filtratum correspondant à 67 centimètres cubes (1) d'urine, on l'additionne de 20 centimètres cubes d'acide chlorhydrique au 1/4 et on porte à l'ébullition que l'on maintient vingt minutes ; on précipite alors par du chlorure de baryum, et on termine comme précédemment.

La quantité de soufre des phénolsulfates des 24 heures, est donnée par la relation suivante :

$$Sps = \frac{Vp\ 0{,}1373}{67}$$

c) Soufre des sulfates et des phénolsulfates. — 25 centimètres cubes d'urine sont additionnés de 10 centimètres cubes d'acide chlorhydrique au 1/4 et de 20 centimètres cubes d'eau environ. On porte ce mélange à l'ébullition que

(1) 67 centimètres cubes, et non 66cc6, à cause du volume occupé par le précipité formé.

l'on maintient au moins 20 minutes; après refroidissement, le volume du liquide est ramené à 50 centimètres cubes. On filtre sur un filtre sec, et l'on prélève 40 centimètres cubes du liquide filtré (correspondant à 20 centimètres cubes d'urine) que l'on porte à l'ébullition, on ajoute le chlorure de baryum et on continue l'opération comme pour le dosage du soufre total.

La quantité de soufre des 24 heures est donnée par la relation.

$$Ss + Sps = \frac{Vp\ 0{,}1373}{20}$$

III. — FÈCES

Nous nous sommes borné au dosage de l'azote total qui a été effectué par la méthode décrite au sujet de l'urine, et en général, en traitant 1 gramme de matière desséchée. Il convient de remarquer que l'opération est ici beaucoup plus longue et réclame quelque fois un ou deux jours d'ébullition, cependant on finit toujours par arriver à la décoloration.

CHAPITRE II

DESCRIPTION DES EXPÉRIENCES

Nous nous sommes servi, pendant toute la durée de nos expériences, de caféine provenant d'un même lot.

Il était essentiel, avant d'entreprendre toute recherche, de bien caractériser la substance qui nous avait été fournie sous le nom de caféine. Voici les caractères qu'elle a présentés :

1° Chauffée, elle fond d'abord et se volatilise ensuite ;

2° Maintenue à 110° pendant 4 heures, elle a perdu 8,6 °/₀ de son poids ;

3° 1 gramme d'eau à 15° saturée de caféine a donné par évaporation à la température ordinaire un résidu de 0^{gr}013 ;

4° 1 gramme d'alcool à 85° saturé à 15° de caféine a laissé un résidu de 0^{gr}023 ;

5° 1 gramme de chloroforme saturé à 15° de caféine a laissé un résidu de 0^{gr}098 ;

6° Chauffée avec de la chaux sodée, elle a fourni un dégagement d'ammoniaque ;

7° Elle précipite en rouge vif par le réactif de Dragendorf lorsqu'elle est en solution légèrement acide ;

8° Chauffée en présence d'acide azotique, elle a donné, après évaporation de celui-ci, un résidu qui est devenu rouge orangé par l'action de vapeurs ammoniacales.

La caféine a été suffisamment identifiée par ces essais.

Nos déterminations ont porté sur quatre chiennes, dont certaines ont servi à plusieurs expériences. Nous les désignerons dans la suite par les lettres A, B, C, D.

Nous ne nous sommes pas servis de chiens parce que chez eux le cathétérisme vésical est extrêmement difficile, sinon impossible, et que cette opération était indispensable dans certaines expériences.

EXPÉRIENCE I

Chienne A, venant de la fourrière, 3 kilogrammes environ. A partir du 11 novembre, elle reçoit tous les jours 160 grammes de viande de cheval dégraissée au ciseau. Le Le 20 novembre, son poids est tombé à 2^{kg}830. La ration étant jugée insuffisante, elle reçoit à partir de ce jour 180 grammes de viande qui lui sont donnés tous les jours à 5 heures du soir. A ce moment elle est mise en cage, l'urine est recueillie tous les jours, mais la vessie n'est pas vidée par la sonde ; la cage est lavée avec un peu d'eau. Nous avons noté tous les jours le poids de l'animal, le volume des urines émis, les températures maxima et minima de la salle où l'animal était placé. L'analyse de l'urine est faite tous les jours jusqu'au 5 décembre.

Les éléments de l'urine dosés sont : l'azote total, l'azote uréique, le phosphore total, le phosphore des phosphates, le chlore des chlorures, les différents soufres et l'extrait sec.

L'analyse journalière a porté sur les éléments suivants : azote total, azote uréique, phosphore total, extrait. Les variations d'un jour à l'autre observées dans ces éléments,

tiennent surtout à ce que la vessie n'a pas été vidée par la sonde et que, par conséquent, la quantité d'urine n'est pas celle qui correspond exactement aux 24 heures. Cela a, d'ailleurs, dans cette expérience et les suivantes, une importance secondaire puisque nous ne comptons que sur les moyennes d'au moins cinq jours.

Pour le dosage des autres éléments, une portion aliquote a été prélevée sur les urines de chaque jour et toutes ces portions mélangées ; c'est sur cette urine que les dosages ont été effectués.

Le tableau suivant indique les résultats obtenus et rapportés à 24 heures. Il donne également les conditions de température, le volume des urines émis et le poids de l'animal corrigé du poids des fèces ; pour cela les excréments ont été recueillis et pesés pendant cette expérience et les suivantes :

	29	30	1	2	3	4	Moyen.
Poids de l'animal (corrigé)	2k 841	2.848	2.835	2.812	2.794	2.776	
Volume des urines	107cc	123	129	145	113	141	126
Température maxima	13	13	12	10	11.5	11.5	
Température minima	10°5	9	9	8	8.5	7	
Azote total	5s54	6.34	6.33	6.96	6.41	7.63	6.54
Azote uréique	4.25	4.92	4.83	5.25	5.15	5.55	4.99
Urée	9.1	10.5	10.3	11.2	11.0	11.9	10.7
Phosphore total	0.380	0.417	0.362	0.458	0.412	0.443	0.412
Extrait sec.	13.1	14.5	14.0	16.5	15.4	18.4	15.3

	Moyenne
Phosphore des phosphates	0.365
Chlore des chlorures	0.152
Soufre total	0.328
Soufre des sulfates	0.275
Soufre des phénolsulfates	0.0103
Soufre organique	0.0428

Les chiffres obtenus permettent d'établir les rapports urinaires suivants :

$$\frac{\text{Azote uréique}}{\text{Azote total}} = \frac{\text{Azu}}{\text{Azt}} \quad 0{,}76$$

$$\frac{\text{Phosphore total}}{\text{Azote total}} = \frac{\text{Azt}}{\text{Pt}} \quad 0{,}063$$

$$\frac{\text{Chlore des chlorures}}{\text{Azote total}} = \frac{\text{Clc}}{\text{Azt}} \quad 0{,}023$$

$$\frac{\text{Soufre total}}{\text{Azote total}} = \frac{\text{Azt}}{\text{St}} \quad 0{,}050$$

$$\frac{\text{Urée}}{\text{Extrait}} = \frac{\text{Ur}}{\text{Ext}} \quad 0{,}70$$

$$\frac{\text{Phosphore des phosphates}}{\text{Phosphore total}} = \frac{\text{Pp}}{\text{Pt}} \quad 0{,}92$$

$$\frac{\text{Soufre organique}}{\text{Soufre total}} = \frac{\text{So}}{\text{St}} \quad 0{,}11$$

$$\frac{\text{Soufre des phénolsulfates}}{\text{Soufre des sulfates}} = \frac{\text{Sps}}{\text{Ss}} \quad 0{,}037$$

EXPÉRIENCE II

Chienne A.— L'expérience commence le 5 décembre, c'est-à-dire sans interruption avec l'expérience I, et se termine le 11 décembre, avec les mêmes détails et mêmes déterminations, sauf que l'animal reçoit tous les jours 50 milligrammes de caféine par voie buccale, en même temps que son repas.

	5	6	7	8	9	10	11	Moyen.
Poids de l'animal.....	2k 773	2.775	2.772	2.791	2.781	2.788	2.775	
Volume des urines...	120cc	113	121	105	121	110	139	118
Température maxima.	10°5	14	12	13.5	14	12.5	12	
Température minima.	6°5	8	8.5	12	10.5	9	8	
Azote total.....	6g 61	6.60	6.89	6.06	6.38	6.14	7.85	6.65
Azote uréique	5.34	5.29	5.60	5.05	5.27	5.18	6.17	5.42
Urée.....	11.4	11.3	12.0	10.8	11.3	11.1	13.2	11.6
Phosphore total	0.406	0.375	0.400	0.347	0.382	0.358	0.436	0.386
Extrait sec.....	17.5	15.9	17.5	13.1	14.3	13.7	16.8	15.5

	Moyenne
Phosphore des phosphates.....	0.362
Chlore des chlorures.....	0.137
Soufre total.....	0 331
Soufre des sulfates.....	0 291
Soufre des phénolsulfates.....	0.0104
Soufre organique.....	0.0298

Rapports urinaires.

$\frac{Azu}{Azt}$	0,82	$\frac{Ur}{Ext}$	0,74
$\frac{Pt}{Azt}$	0,058	$\frac{Pp}{Pt}$	0,94
$\frac{Clc}{Azt}$	0,021	$\frac{So}{St}$	0,09
$\frac{St}{Azt}$	0,049	$\frac{Sps}{Ss}$	0,035

Azote des fèces du 3 au 12 décembre. Moyenne des 24 heures : 0 gr. 14.

EXPÉRIENCE III

Chienne A. — Début de l'expérience : 11 décembre; fin : 19 décembre. Mêmes conditions et déterminations que précédemment. L'animal ne reçoit pas de caféine.

	12	13	14	15	16	17	18	19	Moyen.
Poids de l'animal.....	2k775	2.742	2.761	2 733	2.720	2.727	2.699	2.696	
Volume des urines....	126	132	131	115	131	115	124	135	126
Température maxima..	11°	12.5	13	11.5	12	13.5	13	14	
Température minima..	10°	10.5	10	8.5	9	9	9.5	10	
Azote total.....	6g02	6.85	6.68	6.55	6.85	5.96	6.64	6.93	6.56
Azote uréique.....	4.89	5.62	5.45	5.24	5.60	4.90	5.11	5.83	5.33
Urée.....	10.5	12.0	11.7	11.2	12.0	10.5	10.9	12.5	11.4
Phosphore total.....	0.373	0.411	0.400	0.411	0.424	0.311	0.371	0.432	0.392
Extrait sec.....	13.7	15.5	16.0	15.6	18.2	14.7	16.1	18.2	16.0

	Moyenne
Phosphore des phosphates.....	0 372
Chlore des chlorures.....	0.184
Soufre total.....	0 344
Soufre des sulfates.....	0.293
Soufre des phénolsulfates.....	0.0100
Soufre organique.....	0.0112

Rapports urinaires.

$\frac{\text{Azu}}{\text{Azt}}$	0,81	$\frac{\text{Ur}}{\text{Ext}}$	0,71
$\frac{\text{Pt}}{\text{Azt}}$	0,060	$\frac{\text{Pp}}{\text{Pt}}$	0,96
$\frac{\text{Clc}}{\text{Azt}}$	0,028	$\frac{\text{So}}{\text{St}}$	0,12
$\frac{\text{St}}{\text{Azt}}$	0,052	$\frac{\text{Sps}}{\text{Ss}}$	0,034

Azote des fèces du 12 au 18 décembre. Moyenne des 24 heures : 0 gr. 13.

EXPÉRIENCE IV

Chienne A. — L'expérience commence le 20 décembre et finit le 27 décembre. Comme dans l'expérience II, l'animal reçoit 50 milligrammes de caféine.

	20	21	22	23	24	25	26	27	Moyen.
Poids de l'animal.....	2k711	2.698	2.688	2.689	2 699	2.705	2.732	2.750	
Volume des urines....	100	132	133	127	118	119	88	114	116
Température maxima..	14°5	14.5	15	17	17	17.5	18	19	
Température minima..	12°	12	11	13	15	15	14	13	
Azote total.....	5g60	7.11	7.11	7.70	6.50	6 44	5.35	6.12	6.49
Azote uréique.....	5.18	5.79	5.98	6.39	5.55	5.47	4.59	5.20	5.52
Urée.....	11.1	12.4	12.8	13.7	11.9	11.7	9.8	11.1	11.8
Phosphore total.....	0.332	0.407	0.402	0.483	0.363	0.365	0.308	0.314	0.372
Extrait sec	14.6	16.7	17.1	18.7	16.4	16.5	13.7	16.0	16.2

	Moyenne
Phosphore des phosphates.....	0.339
Chlore des chlorures.....	0.138
Soufre total.....	0.317
Soufre des sulfates.....	0.275
Soufre des phénolsulfates	0.0098
Soufre organique.....	0.0318

Rapports urinaires.

$\frac{Azu}{Azt}$	0,85	$\frac{Ur}{Ext}$	0,73
$\frac{Pt}{Azt}$	0,057	$\frac{Pp}{Pt}$	0,96
$\frac{Clc}{Azt}$	0,021	$\frac{So}{St}$	0,10
$\frac{St}{Azt}$	0,046	$\frac{Sps}{Ss}$	0,036

Azote des fèces du 18 au 30 décembre. Moyenne des 24 heures : 0 gr. 13.

EXPÉRIENCE V

Chienne A. — Identique à l'expérience III. Pas de caféine. Début, le 27 décembre; fin, le 5 janvier.

	28	29	30	31	1	2	3	4	5	Moyen.
Poids de l'animal.....	2k692	2.691	2.693	2.724	2.734	2.766	2.733	2.690	2.684	
Volume des urines....	150	128	126	97	116	94	161	159	132	129
Température maxima..	18°	19	17.5	18	18	20	18.5	17	16.5	
Température minima..	13°5	13	14.5	14	17	16	14	12	13	
Azote total.....	6g29	6.88	6.62	5.57	6.03	4.06	9.79	6.73	6.96	6.55
Azote uréique.....	5.26	5.54	5.67	4.72	5.14	3.48	8.12	5.60	5.76	5.47
Urée.....	11.2	11.9	12.1	10.1	11.0	7.4	17.4	12.0	12.3	11.7
Phosphore total.....	0.405	0.386	0.383	0.324	0.339	0.277	0.453	0.379	0.449	0.398
Extrait sec.....	17.4	18.5	18.7	13.9	16.3	11.7	26.2	17.7	17.8	17.6

	Moyenne
Phosphore des phosphates.....	0.352
Chlore des chlorures	0.164
Soufre total.....	0.343
Soufre des sulfates	0.288
Soufre des phénolsulfates.....	0.0108
Soufre organique.....	0.0447

Rapports urinaires.

$\frac{Azu}{Azt}$	0,84	$\frac{Ur}{Ext}$	0,67
$\frac{Pt}{Azt}$	0,061	$\frac{Pp}{Pt}$	0,94
$\frac{Clc}{Azt}$	0,025	$\frac{So}{St}$	0,11
$\frac{St}{Azt}$	0,052	$\frac{Sps}{Ss}$	0,037

Azote des fèces du 30 décembre au 4 janvier. Moyenne des 24 heures : 0 gr. 14.

EXPERIENCE VI

Chienne A — L'expérience commence le 5 janvier et se termine le 11. Pendant cette période, l'animal reçoit tous les jours 100 milligrammes de caféine, par voie buccale, divisés en deux prises égales ; l'une est donnée au moment du repas, à 5 heures du soir, l'autre à 10 heures du matin dans un morceau de viande réservé sur la ration du soir.

	6	7	8	9	10	11	Moyen.
Poids de l'animal.....	2k697	2.711	2.725	2.707	2.741	2.719	
Volume des urines.....	106	112	98	137	98	124	112
Température maxima....	16°	16	16	16	17.5	17	
Température minima. ..	14°	12.5	13	12	14.5	13	
Azote total.....	5g72	5.87	5.59	6.61	5.26	5.98	5.84
Azote uréique	4.82	4.88	4.74	5.54	4.48	5.21	4.94
Urée	10.3	10.4	10.1	11.9	9.6	11.2	10.6
Phosphore total.....	0.335	0.314	0.309	0.395	0.302	0.352	0.348
Extrait sec.....	15.2	13.5	13.0	16.9	13.4	16.6	14 8

	Moyenne
Phosphore des phosphates.....	0 321
Chlore des chlorures...	0.127
Soufre total.....	0 312
Soufre des sulfates.....	0.277
Soufre des phénolsulfates	0.0099
Soufre organique.....	0.0250

Rapports urinaires.

$\frac{Azu}{Azt}$	0,85	$\frac{Ur}{Ext}$	0,72
$\frac{Pt}{Azt}$	0,059	$\frac{Pp}{Pt}$	0,97
$\frac{Clc}{Azt}$	0,022	$\frac{So}{St}$	0,08
$\frac{St}{Azt}$	0,053	$\frac{Sps}{Ss}$	0,037

Azote des fèces du 4 au 11 janvier. Moyenne des 24 heures : 0 gr. 14.

EXPÉRIENCE VII

Chienne A.—Cette expérience, qui commence le 11 janvier et finit le 17, est conduite comme les expériences I, III et V, pendant lesquelles l'animal n'absorbe pas de caféine.

	12	13	14	15	16	17	Moyen.
Poids de l'animal.....	2k 711	2.698	2.710	2.694	2.709	2.701	
Volume des urines.....	132	129	119	137	110	130	126
Température maxima....	16°	15	16	15	15.5	17.5	
Température minima....	13°	11.5	12	9.5	12	13.5	
Azote total.....	5 85	Urine perdue	5.82	7.26	5.94	7.22	6.42
Azote uréique.....	5.17		5.08	6.27	5.16	6.23	5.58
Urée.....	11.1		10.9	13.4	11.1	13.3	11.9
Phosphore total.....	0.371		0.368	0.374	0.411		0.385
Extrait sec.....	17.1		15.6	19.0	16.0	19.0	17.3

	Moyenne
Phosphore des phosphates.....	0.382
Chlore des chlorures	0.133
Soufre total.....	0.318
Soufre des sulfates	0.279
Soufre des phénolsulfates.....	0.0108
Soufre organique.....	0.0287

Rapports urinaires.

$\frac{Azu}{Azt}$	0,87	$\frac{Ur}{Ext}$	0,69
$\frac{Pt}{Azt}$	0,060	$\frac{Pp}{Pt}$	0,99
$\frac{Clc}{Azt}$	0,021	$\frac{So}{St}$	0,09
$\frac{St}{Azt}$	0,049	$\frac{Sps}{Ss}$	0,039

Azote des fèces du 11 au 16 janvier. Moyenne de 24 heures : 0 gr. 1.4

EXPÉRIENCE VIII

Chienne A. — Le 1er mars, la ration de viande est portée à 250 grammes et maintenue à ce chiffre pendant les jours suivants.

L'expérience commence le 28 mars et finit le 6 avril. Toutes les urines correspondant à cette période sont mélangées, et c'est sur le mélange que portent les analyses.

Poids de l'animal au début : 2 kil. 737 ; à la fin : 2 kil. 830.

Les chiffres suivants représentent la moyenne par 24 heures.

Volume des urines	175	Chlore des chlorures	0.281
Extrait sec	24.0	Soufre total	0.407
Azote total	9.00	Soufre des sulfates	0.331
Azote uréique	7.01	Soufre des phénolsulfates	0.0148
Urée	15.0	Soufre organique	0.0611
Phosphore total	0.436		
Phosphore des phosphates	0.414		

Rapports urinaires

$\frac{Azu}{Azt}$	0,78	$\frac{Ur}{Ext}$	0,62
$\frac{Pt}{Azt}$	0,048	$\frac{Pp}{Pt}$	0,95
$\frac{Clc}{Azt}$	0,031	$\frac{So}{St}$	0,15
$\frac{St}{Azt}$	0,045	$\frac{Sps}{Ss}$	0,045

Azote des fèces du 1er au 5 avril. Moyenne des 24 heures : 0gr20.

EXPÉRIENCE IX

Chienne A. — Début de l'expérience, le 6 avril ; fin, le 12 avril. Mêmes conditions et déterminations que dans l'expérience précédente. De plus, l'animal reçoit 100 milligrammes de caféine en une fois, au moment du repas (5 heures), par voie buccale.

Poids de l'animal au début : 2 kil. 830 ; à la fin, 2 kil. 860.

Volume des urines.	165	Chlore des chlorures	0.269
Extrait sec	23.8	Soufre total	0.406
Azote total	8.81	Soufre des sulfates.	0.345
Azote uréique	7.26	Soufre des phénolsulfates	0.0159
Urée	15.5	Soufre organique	0.0447
Phosphore total	0.435		
Phosphore des phosphates	0.396		

Rapports urinaires

$\frac{Azu}{Azt}$	0,82	$\frac{Ur}{Ext}$	0,65
$\frac{Pt}{Azt}$	0,049	$\frac{Pp}{Pt}$	0,91
$\frac{Clc}{Azt}$	0,030	$\frac{So}{St}$	0,11
$\frac{St}{Azt}$	0,046	$\frac{Sps}{Ss}$	0,046

Azote des fèces du 5 au 10 avril. Moyenne des 24 heures : 0gr19.

EXPÉRIENCE X

Chienne A. — Comme dans l'expérience VIII Pas de caféine. Début, 12 avril ; fin, 18 avril

Poids de l'animal au début : 2 kil. 860 ; à la fin : 2 kil. 910.

Volume des urines.	157	Chlore des chlorures.....	0.328
Extrait sec.....	24.1	Soufre total.....	0.428
Azote total	9.22	Soufre des sulfates.	0.352
Azote uréique.....	7.28	Soufre des phénolsulfates.....	0.0164
Urée	15.6	Soufre organique..	0.0599
Phosphore total...	0.447		
Phosphore des phosphates	0.416		

Rapports urinaires

$\frac{Azu}{Azt}$	0,79	$\frac{Ur}{Ext}$	0,64
$\frac{Pt}{Azt}$	0,048	$\frac{Pp}{Pt}$	0,93
$\frac{Clc}{Azt}$	0,036	$\frac{So}{St}$	0,14
$\frac{St}{Azt}$	0,046	$\frac{Sps}{Ss}$	0,047

Azote des fèces du 10 au 7 avril. Moyenne des 24 heures : 0gr21.

EXPÉRIENCE XI

Chienne A. — Début le 18 avril ; fin, le 24 avril.

Comme l'expérience précédente, mais l'animal reçoit par voie buccale 200 milligrammes de caféine en deux fois; 100 milligrammes au moment du repas, à 5 heures du soir, et 100 milligrammes à 10 heures du matin, dans un morceau de viande réservé sur le repas du soir.

Poids de l'animal au début : 2 kil. 910 ; à la fin : 2 kil. 907.

Volume des urines.	151	Chlore des chlorures.....	0.266
Extrait sec.....	24.3	Soufre total.....	0.433
Azote total.....	9.35	Soufre des sulfates.	0.364
Azote uréique.....	7.51	Soufre des phénolsulfates.....	0.0170
Urée	16.1	Soufre organique..	0.0520
Phosphore total...	0.622		
Phosphore des phosphates	0.585		

Rapports urinaires

$\frac{Azu}{Azt}$	0,80	$\frac{Ur}{Ext}$	0,66
$\frac{Pt}{Azt}$	0,067	$\frac{Pp}{Pt}$	0,94
$\frac{Clc}{Azt}$	0,028	$\frac{So}{St}$	0,12
$\frac{St}{Azt}$	0,046	$\frac{Sps}{Ss}$	0,043

Azote des fèces du 17 au 26 avril. Moyenne des 24 heures : 0gr22.

EXPÉRIENCE XII

Chienne A. — Cette expérience est identique aux expérien-

ces VIII et X. Elle commence le 24 avril et se termine le 1er mai.

Poids de l'animal au début : 2 kil. 907 ; à la fin : 2 kil. 934.

Volume des urines.	171	Chlore des chlorures.....	0.281
Extrait sec.....	23.6	Soufre total.....	0.427
Azote total	9.03	Soufre des sulfates.	0.356
Azote uréique.....	7.26	Soufre des phénolsulfates.....	0.0155
Urée	15.5	Soufre organique..	0.0556
Phosphore total ...	0.477		
Phosphore des phosphates	0.439		

Rapports urinaires

$\frac{Azu}{Azt}$	0,80	$\frac{Ur}{Ext}$	0,66
$\frac{Pt}{Azt}$	0,053	$\frac{Pp}{Pt}$	0,92
$\frac{Clc}{Azt}$	0,031	$\frac{So}{St}$	0,13
$\frac{St}{Azt}$	0,047	$\frac{Sps}{Ss}$	0,043

Azote des fèces du 26 au 29 avril. Moyenne des 24 heures : 0gr20.

EXPÉRIENCE XIII

Chienne A. — L'animal reçoit toujours 250 grammes de viande maigre à 5 heures du soir. Du 5 mai au 12 mai, l'urine est recueillie comme dans les expériences précédentes.

Poids de l'animal au début : 2 kil. 973 ; à la fin : 2 kil. 990.

Volume des urines	165	Chlore des chlorures.....	0.239
Extrait sec.....	22.3	Soufre total.....	0.452
Azote total.....	9.36	Soufre des sulfates	0.374
Azote uréique.....	7.89	Soufre des phénolsulfates.....	0.0146
Urée.....	16.9	Soufre organique	0.0633
Phosphore total...	0.478		
Phosphore des phosphates.....	0.459		

Rapports urinaires

$\frac{Azu}{Azt}$	0,84	$\frac{Ur}{Ext}$	0,76
$\frac{Pt.}{Azt}$	0,051	$\frac{Pp}{Pt}$	0,96
$\frac{Clc}{Azt}$	0,026	$\frac{So}{St}$	0,14
$\frac{St}{Azt}$	0,048	$\frac{Sps}{Ss}$	0,039

EXPÉRIENCE XIV

Chienne A. — Du 12 mai au 17 mai, l'animal reçoit par voie buccale 100 milligrammes de caféine en deux fois : 50 milligrammes au moment du repas et 50 milligrammes à 10 heures du matin, dans un morceau de viande prélevé sur le repas du soir.

Poids de l'animal au début : 2 kil. 990 ; à la fin : 2 kil. 975.

Volume des urines.	163	Chlore des chlorures	0.245
Extrait sec.....	23.7	Soufre total.....	0.475
Azote total.....	8.89	Soufre des sulfates.	0.392
Azote uréique....	7.22	Soufre des phénolsulfates	0.0161
Urée.....	15.4	Soufre organique..	0.0665
Phosphore total...	0.481		
Phosphore des phosphates.....	0.466		

Rapports urinaires

$\frac{Azu}{Azt}$	0,81	$\frac{Ur}{Ext}$	0,65
$\frac{Pt}{Atz}$	0,054	$\frac{Pp}{Pt}$	0,97
$\frac{Clc}{Azt}$	0,028	$\frac{So}{St}$	0,14
$\frac{St}{Azt}$	0,054	$\frac{Sps}{Ss}$	0,041

EXPÉRIENCE XV

Chienne A -- Comme l'expérience XIII. Pas de caféine. Du 17 mai au 24 mai.

Poids de l'animal au début : 2 kil. 975 ; à la fin : 2 kil. 995.

Volume des urines	166	Chlore des chlorures	0.224
Extrait sec	22.5	Soufre total	0.449
Azote total	8.82	Soufre des sulfates.	0.368
Azote uréique	7.29	Soufre des phénol-sulfates	0.0175
Urée	15.6	Soufre organique	0.0628
Phosphore total	0.470		
Phosphore des phosphates	0.461		

Rapports urinaires

$$\frac{Azu}{Azt}\ 0{,}83 \qquad \frac{Ur}{Ext}\ 0{,}69$$

$$\frac{Pt}{Azt}\ 0{,}053 \qquad \frac{Pp}{Pt}\ 0{,}98$$

$$\frac{Clc}{Azt}\ 0{,}025 \qquad \frac{So}{St}\ 0{,}15$$

$$\frac{St}{Azt}\ 0{,}050 \qquad \frac{Sps}{Ss}\ 0{,}047$$

EXPÉRIENCE XVI

Chienne B. — Poids : 19 kil. 510, au début de l'expérience. Le 1er mai, l'animal est mis au régime constant, composé de 500 grammes de viande de cheval et 200 grammes de graisse de cheval. Le 9 mai, époque à laquelle l'équilibre azoté doit être établi, on commence à recueillir les urines. L'azote total est dosé dans les urines émises, depuis ce jour

jusqu'au 15 mai inclusivement, mélangées et conservées en présence de chloroforme.

Poids de l'animal : au début, 19 kil. 510 ; à la fin, 19 kil. 700.
Azote total des 24 heures : 17 gr. 37.

EXPÉRIENCE XVII

Chienne B. — Même régime que précédemment. L'animal absorbe journellement par voie buccale 800 milligrammes de caféine, 400 milligrammes au moment du repas et 400 milligrammes à 10 heures du matin dans un morceau de viande prélevé sur le repas. L'expérience dure du 15 au 21 mai.

Poids de l'animal : au début, 19 kil. 700 ; à la fin, 19 kil. 460.
Azote total des 24 heures : 25 gr. 55.

EXPÉRIENCE XVIII

Chienne B. — Identique à l'expérience XVI. Pas de caféine. Du 21 au 25 mai.

Poids de l'animal : au début, 19 kil. 460 ; à la fin, 19 kil. 600.
Azote total des 24 heures : 18 gr. 98.

EXPÉRIENCE XIX

Chienne B. — Du 25 au 30 mai. L'animal reçoit 400 milligrammes de caféine par jour, en deux fois.

Poids de l'animal : au début, 19 kil. 600 ; à la fin, 19 kil. 750.
Azote total des 24 heures : 15 gr. 13.

EXPÉRIENCE XX

Chienne B. — Comme les expériences XVI et XVIII. Pas de caféine. Du 30 mai au 5 juin.

Poids de l'animal : au début, 19 kil. 750 ; à la fin, 19 kil. 700.
Azote total des 24 heures : 16 gr. 09.

EXPÉRIENCE XXI

Chienne B. — Du 5 au 11 juin. Même régime. L'animal reçoit par voie buccale 800 milligrammes de caféine en deux fois. Cette expérience est en tous points identique à l'expérience XVII.

Poids de l'animal : au début, 19 kil. 700 ; à la fin, 19 kil. 550.
Azote total des 24 heures : 21 gr. 34.

EXPÉRIENCE XXII

Chienne B. — L'animal ne reçoit plus de caféine. L'expérience dure du 11 au 17 juin.

Poids de l'animal : au début, 19 kil. 550 ; à la fin, 19 kil. 600.
Azote total des 24 heures : 17 gr. 72.

EXPÉRIENCE XXIII

Chienne A. — 2 kil. 900 environ. Cette expérience constitue les préliminaires de la suivante, destinée à étudier l'influence de la caféine sur l'élimination de l'azote dans une période de changement de l'équilibre azoté ; elle est faite en vue d'observer la variation de cet équilibre chez l'animal normal, lorsqu'on fait varier sa ration.

L'animal reçoit depuis longtemps 250 grammes de viande

maigre par jour, contenant d'après nos analyses une moyenne de 9 gr. 27 d'azote.

Du 2 au 5 juin, on s'assure que l'équilibre azoté existe bien. La vessie est vidée à la sonde et lavée à l'eau boriquée, tous les jours, à heure fixe (immédiatement avant le repas).

	Azote des 24 heures.
Juin 2.....	9ᵍ09
— 3.....	9,10
— 4.....	9,13
— 5.....	9,15

Le 5 juin, la ration de viande est abaissée à 180 grammes (contenant 6 gr. 67 d'azote, d'après nos analyses).

L'urine est recueillie avec les mêmes précautions et l'azote est dosé tous les jours jusqu'au 13 juin.

	Azote des 24 heures
Juin 6.....	7ᵍ24
— 7.....	7,30
— 8.....	7,17
— 9.....	7,32
— 10.....	7,14
— 11.....	6,59
— 12.....	6,71
— 13.....	6,55

EXPÉRIENCE XXIV

Chienne A, 2kil 900 environ. Aussitôt après l'expérience précédente, la ration de viande est rétablie à 250 grammes.

Cinq semaines après, l'animal est remis en expérience. On s'assure tout d'abord que l'équilibre azoté existe. L'urine est recueillie comme précédemment.

		Azote des 24 heures.
Juillet	20.....	9ᵍ20
—	21.....	9,11
—	22.....	9,10
—	23.....	9,19

A ce moment, l'animal ne reçoit plus que 180 grammes de viande, mais, en même temps, on administre par voie buccale 100 milligr. de caféine en une fois au moment du repas. L'azote est dosé tous les jours.

		Azote des 24 heures.
Juillet	24.....	6ᵍ09
—	25.....	6,72
—	26.....	7,37
—	27.....	6,43
—	28.....	6,61
—	29.....	6,48
—	30.....	6,60

EXPÉRIENCE XXV

Chienne C, 11 kil. 800, 21 septembre.

L'animal reçoit depuis longtemps, tous les jours à la même heure (5 h.), 250 grammes de viande et 200 grammes de pain. Afin que la ration de pain soit aussi constante que possible, un pain de 10 kilogrammes privé de sa croûte est débité en entier, à l'état frais, en portions de 200 grammes ; de la sorte, s'il se produit quelques faibles variations dans la valeur alimentaire de la ration, ce ne peut être qu'au moment où, la provision de pain étant épuisée, on passe à une autre série de portions correspondant à un autre pain.

L'animal est en état d'équilibre azoté.

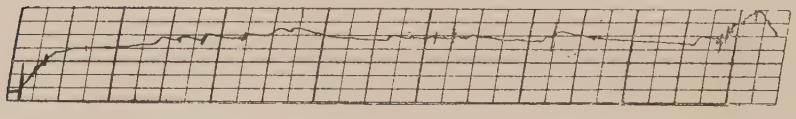
On procède à la détermination de la chaleur dégagée, des échanges respiratoires et de l'azote et du carbone éliminé par les urines.

La vessie est vidée et lavée par la sonde au début et à la fin de l'expérience et le volume d'urine recueillie, augmentée des eaux de lavage, est mesuré exactement.

Nous donnerons, dans la suite, le volume approximatif de l'urine émise (sans eau de lavage), à titre de renseignement au sujet de la diurèse. Nous donnerons également, pour cette expérience et pour toutes celles qui ont eu pour but des déterminations calorimétriques, la courbe de la température intérieure de la chambre calorimétrique. Elle peut donner des indications au sujet de l'état d'agitation de l'animal.

Immédiatement avant l'expérience, l'animal reçoit 20 gr. de viande, prélevés sur le repas du jour.

Heure du cathétérisme au début	9^h
— à la fin	41^h0
Volume approximatif d'urine	230^{cc}
Heure de la fermeture de la chambre respiratoire.	9^h5
— de la prise d'échantillon de l'atmosphère intérieure	3^h55
Indications du thermomètre fronde sec	20^o1
— — humide	17^o6
Pression barométrique à la fermeture	759,9
Indications du thermomètre enregistreur extérieur.	20^o50
— — intérieur.	21^o45



Courbe de la température intérieure.

ANALYSE DE L'ATMOSPHÈRE RESPIRÉE

Prise d'essai : Volume	$92^{cc}43$
— Température	21^o9
— Pression	759.2
Après absorption de CO^2 : V	91,33
— t	21^o95
— H	759,1

Après absorpt. de O :	V	73,27
—	t	21°9
—	H	759,1

RÉSULTATS

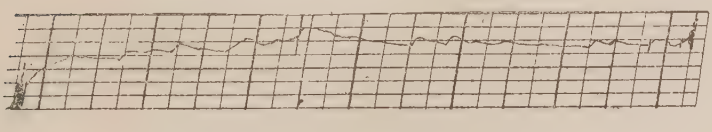
Proportion °/₀ de CO^2	1,21
Quotient respiratoire	0,772
	Par heure et kilog.
Azote éliminé	0,0337
Carbone éliminé par la respiration	0,2030
— les urines	0,0215
Consommation de l'organisme en albumines	0,2104
— — graisses	0,1460
— — hydrates de carbone	0
Calories mesurées	2,33
— calculées	2,34

EXPÉRIENCE XXVI

Chienne C, 11 kil. 770, 22 septembre.

Même expérience que la précédente. De plus, l'animal ingère 200 milligr. de caféine avec les 20 grammes de viande.

Heure du cathétérisme au début	8h45
— à la fin	3h20
Volume approximatif d'urine	50cc
Heure de la fermeture de la chambre	8h55
Heure de la prise d'échantillon	3h10
Indications du thermomètre fronde sec	20°3
— — humide	17°3
Pression barométrique à la fermeture	759,7
Indications du thermomètre enregistreur extérieur.	20°40
— — intérieur.	21°50



Courbe de la température intérieure.

ANALYSE DE L'ATMOSPHÈRE RESPIRÉE

		I.	II.
Prise d'essai :	V.....	92,46	99,50
—	t.....	22°35	22°4
—	H.....	758,5	758,5
Après absorpt. de CO^2 :	V.....	91,38	98,33
—	t.....	22°4	22°4
—	H.....	758,5	758,50
Après absorpt. de O :	V.....	73,17	78,67
—	t.....	22°4	22°35
—	H.....	758,5	758,6

RESULTATS

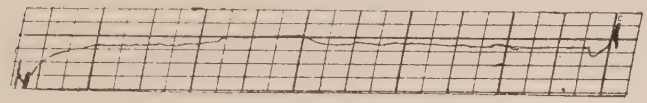
Proportion $^0/_0$ de CO^2.....	1,18
Quotient respiratoire.....	0,884
	Par heure et kilog
Azote éliminé.....	0,0215
Carbone éliminé par la respiration.....	0,2275
— les urines.....	0,0133
Consommation de l'organisme en albumines.....	0,1341
— — graisses.....	0,0349
— — hydrates de carbone.	0,3499
Calories mesurées.....	2,71
— calculées.....	2,40

EXPÉRIENCE XXVII

Chienne C, 11 kil. 750, 23 septembre.
Conduite comme l'expérience XXV.

Heure du cathétérisme au début.....	9h35
— à la fin.....	3h25
Volume d'urine.....	140cc
Heure de la fermeture de la chambre.....	9h45
Heure de la prise d'échantillon.....	3h20

Indications du thermomètre fronde sec.....	21°
— — humide	18°5
Pression barométrique à la fermeture.....	755,0
Indications du thermomètre enregistreur extérieur.	20°85
— — intérieur.	22°0



Courbe de la température intérieure.

ANALYSE DE L'ATMOSPHÈRE RESPIRÉE

		I.	II.
Prise d'essai :	V.....	95,39	93,03
—	t.....	23°2	23°2
—	H.....	752,6	752,7
Après absorpt. de CO^2 :	V.....	94,19	91,86
—	t.....	23°2	23°2
—	H.....	752,6	752,7
Après absorpt. de O :	V.....	75,43	73,52
—	t.....	23°15	23°2
—	H.....	752,7	752.7

RÉSULTATS

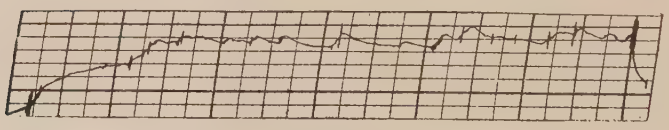
Proportion °/₀ de CO^2.....	1,26
Quotient respiratoire.....	0,815
	Par heure et kilog.
Azote éliminé.....	0,0322
Carbone éliminé par la respiration.....	0,2315
— les urines.....	0,0305
Consommation de l'organisme en albumines.....	0,2010
— — graisses.....	0,1266
— — hydrates de carbone..	0,1216
Calories mesurées.....	2,84
— calculées.....	2,62

EXPÉRIENCE XXVIII

Chienne C, 11 kil. 650, 27 septembre.

Comme l'expérience XXV. L'animal reçoit 300 milligr. de caféine dans 20 grammes de viande.

Heure du cathétérisme au début.....	9h35
— à la fin.....	3h30
Volume d'urine.....	90cc
Heure de la fermeture de la chambre.....	9h45
Heure de la prise d'échantillon.....	3h20
Indications du thermomètre fronde sec.....	19°6
— — humide.....	16°0
Pression barométrique à la fermeture.....	752,5
Indications du thermomètre enregistreur extérieur.	19°65
— — intérieur.	20°90



Courbe de la température intérieure.

ANALYSE DE L'ATMOSPHÈRE RESPIRÉE

		I.	II.
Prise d'essai :	V.....	92,10	91,24
—	t.....	20°4	20°6
—	H.....	749,4	749,2
Après absorpt. de CO^2 :	V.....	90,91	90,06
—	t.....	20°5	20°6
—	H.....	749,4	749,2
Après absorpt. de O :	V.....	73,14	72,25
—	t.....	20°6	20°6
—	H.....	749,2	749,2

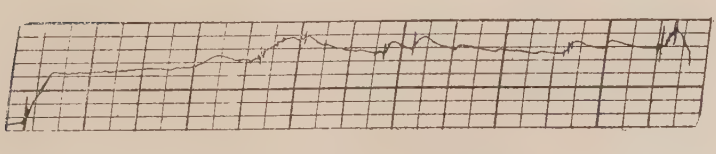
RÉSULTATS

Proportion $^0/_0$ de CO^2	1,32
Quotient respiratoire	0,797
	Par heure et kilog.
Azote éliminé	0,0204
Carbone éliminé par la respiration	0,2796
— les urines	0,0144
Consommation de l'organisme en albumines	0,1273
— — graisses	0,1833
— — hydrates de carbone.	0,2064
Calories mesurées	3,11
— calculées	3,12

EXPÉRIENCE XXIX

Chienne C, 11 k. 700, 1er octobre.
Comme l'expérience XXV. Pas de caféine.

Heure du cathétérisme au début	9h35
— à la fin	4h5
Volume d'urine	80cc
Heure de la fermeture de la chambre	9h45
Heure de la prise d'échantillon	3h55
Indications du thermomètre fronde sec	19°6
— — humide	17°6
Pression barométrique à la fermeture	752,5
Indications du thermomètre enregistreur extérieur.	19°60
— — intérieur.	20°70



Courbe de la température intérieure.

ANALYSE DE L'ATMOSPHÈRE RESPIRÉE

		I.	II.
Prise d'essai :	V.....	91,00	94,43
—	t.....	21°15	21°10
—	H.....	752,2	752,0
Après absorpt. de CO^2 :	V.....	89,85	93,24
—	t.....	21°15	21°15
—	H.....	752,1	752,0
Après absorpt. de O :	V.....	72,14	74,70
—	t.....	21°1	21°15
—	H.....	752,0	752,1

RÉSULTATS

Proportion °/₀ de CO^2	1,28
Quotient respiratoire	0,840
	Par heure et kilog
Azote éliminé	0,0200
Carbone éliminé par la respiration	0,2445
— les urines	0,0132
Consommation de l'organisme en albumines	0,1250
— — graisses	0,1063
— — hydrates de carbone.	0,2668
Calories mesurées	2,73
— calculées	2,66

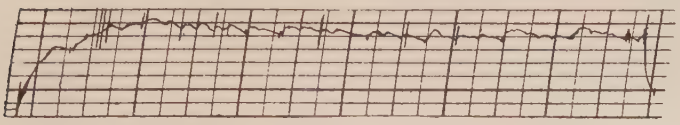
EXPÉRIENCE XXX

Chienne C, 11 kil. 800, 2 octobre.

Comme l'expérience XXV. De plus, 300 milligr. de caféine dans les 20 grammes de viande.

Heure de cathétérisme au début	9h30
— — à la fin	3h40
Volume d'urine	70cc
Heure de la fermeture de la chambre	9h36
Heure de la prise d'échantillon	3h30

Indications du thermomètre fronde sec.....	19°9
— — humide	17°6
Pression barométrique à la fermeture.....	750,7
Indications du thermomètre enregistreur extérieur.	19°60
— — — intérieur.	20°95



Courbe de la température intérieure.

ANALYSE DE L'ATMOSPHÈRE RESPIRÉE

		I.	II.
Prise d'essai :	V	95,72	93,87
—	t	20°8	20°9
—	H	749,8	750,0
Après absorpt. de CO^2 :	V	94,31	92,40
—	t	20°8	20°9
—	H	749,8	750,0
Après absorpt. de O :	V	75,75	74,23
—	t	20°85	20°9
—	H	749,9	750,1

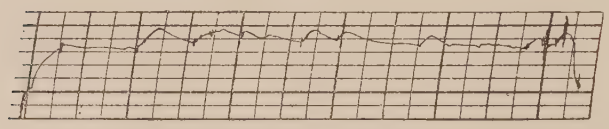
RÉSULTATS

Proportion °/₀ de CO^2.....	1,52
Quotient respiratoire.....	0,907
	Par heure et kil.
Azote éliminé.....	0,0259
Carbone éliminé par la respiration.....	0,2892
— — les urines.....	0,0167
Consommation de l'organ. en albumines.....	0,1621
— — graisses	0,0444
— — hydrates de carbone.	0,4549
Calories mesurées.....	3,32
— calculées.....	3,05

EXPÉRIENCE XXXI

Chienne C, 11 kil. 750, 3 octobre.
Comme l'expérience XXV. — Pas de caféine.

Heure du cathétérisme au début	10h30
— — à la fin	3h55
Volume d'urine	140cc
Heure de la fermeture de la chambre	10h35
Heure de la prise d'échantillon	3h45
Indications du thermomètre fronde sec	19°6
— — humide	17°2
Pression barométrique à la fermeture	754,5
Indications du thermomètre enregistreur extérieur	19°60
— — — intérieur	20°90



Courbe de la température intérieure.

ANALYSE DE L'ATMOSPHÈRE RESPIRÉE

		I.	II.
Prise d'essai :	V	92,97	95,08
—	t	20°8	20°8
—	H	754,3	754,3
Après absorpt. de CO^2 :	V	91,87	93,93
—	t	20°8	20°8
—	H	754,3	754,3
Après absorpt. de O :	V	73,54	75,17
—	t	20°8	20°8
—	H	754,3	754,3

RÉSULTATS

Proportion % de CO^2	1,20
Quotient respiratoire	0,913

	Par heure et kil.
Azote éliminé	0,0232
Carbone éliminé par la respiration	0,2730
— les urines	0,0163
Consommation de l'organ. en albumines	0,1452
— — graisses	0,0389
— — hydrates de carbone.	0,4465
Calories mesurées	3,21
— calculées	2,88

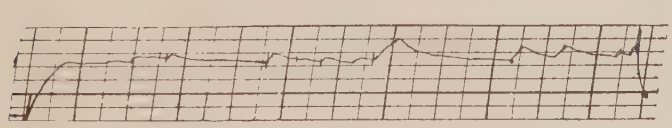
EXPÉRIENCE XXXII

Chienne C, 11 kil. 900, 5 octobre.

L'animal ne reçoit plus les 20 grammes de viande. On injecte sous la peau de la cuisse, immédiatement avant l'expérience, 50 milligr. de benzoate de sodium dissous dans 1^{cc} d'eau.

Le reste comme dans l'expérience XXV.

Heure du cathétérisme au début	10^{h}
— — à la fin	4^{h}15
Volume d'urine	140^{cc}
Heure de la fermeture de la chambre	10^{h}15
Heure de la prise d'échantillon	4^{h}5
Indications du thermomètre fronde sec	19°5
— — humide	16°8
Presse barométrique à la fermeture	757,6
Indications du thermomètre enregistreur extérieur.	19°45
— — — intérieur.	20°60



Courbe de la température intérieure.

ANALYSE DE L'ATMOSPHÈRE RESPIRÉE

		I.	II.
Prise d'essai :	V.....	93,38	93,70
—	t.....	21°05	21°0
—	H.....	757,4	757,6
Après absorpt. de CO^2 :	V.....	92,23	92,50
—	t.....	21°05	21°0
—	H.....	757°5	757,7
Après absorpt. de O :	V.....	73,80	73,91
—	t.....	21°0	20°9
—	H.....	757,6	757,8

RÉSULTATS

Proportion °/₀ de CO^2.....	1,24
Quotient respiratoire.....	0,992
	Par heure et kil.
Azote éliminé.....	0,0266
Carbone éliminé par la respiration.....	0,2487
— les urines.....	0,0172
Consommation de l'organ. en albumines.....	0,1662
— — graisses (fixation)..	— 0,0432
— — hydrates de carbone.	0,4003
Calories mesurées.....	2,80
— calculées.....	2,44

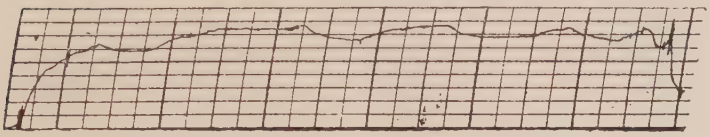
EXPERIENCE XXXIII

Chienne C, 12 kil. 350, 8 octobre.

Comme l'expérience précédente, mais, avec les 50 milligr. de benzoate on injecte 50 milligr. de caféine, le tout dissous dans 1^{cc} d'eau.

Heure du cathétérisme au début.....	9^{h}20
— — à la fin.....	3^{h}45
Volume d'urine.....	240^{cc}

Heure de la fermeture de la chambre.....	9h30
Heure de la prise d'échantillon.....	3h35
Indication du thermomètre fronde sec.....	20°2
— — humide.....	18°0
Pression barométrique à la fermeture.....	761,2
Indication du thermomètre enregistreur extérieur.	20°25
— — intérieur.	21°50



Courbe de la température intérieure.

ANALYSE DE L'ATMOSPHÈRE RESPIRÉE

		I.	II.
Prise d'essai :	V.....	93,10	93,01
—	t.....	21°95	21°9
—	H.....	760,7	760,7
Après absorpt. de CO^2 :	V.....	91,59	91,45
—	t.....	21°9	21°8
—	H.....	760,7	760,8
Après absorpt. de O :	V.....	73,63	73,44
—	t.....	21°9	21°8
—	H.....	760,7	760,9

RÉSULTATS

Proportion °/₀ de CO^2.....	1,62
Quotient respiratoire.....	0,951
	Par heure et kil.
Azote éliminé.....	0,0887
Carbone éliminé par la respiration.....	0,3070
— — les urines.....	0,0498
Consommation de l'organ. en albumines.....	0,5542
— — graisses (fixation)..	— 0,1175
— — hydrates de carbone.	0,0265

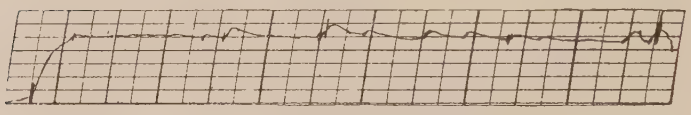
Calories mesurées	2,94
— calculées	2,77

EXPÉRIENCE XXXIV

Chienne C, 12 kil. 150, 9 octobre.

Conduite comme l'expérience XXXII. Injection de 50 milligr. de benzoate de sodium.

Heure du cathétérisme au début	9h50
— — à la fin	4h10
Volume d'urine	120cc
Heure de la fermeture de la chambre	10h
— prise d'échantillon	4h
Indication du thermomètre fronde sec	20°4
— — humide	17°7
Pression barométrique à la fermeture	760,9
Indication du thermomètre enregistreur extérieur.	20°35
— — — intérieur.	21°30



Courbe de la température intérieure.

ANALYSE DE L'ATMOSPHÈRE RESPIRÉE

		I.	II.
Prise d'essai :	V	92,07	89,99
—	t	22°0	21°9
—	H	759,5	759,4
Après absorpt. de CO^2 :	V	90,82	88,74
—	t	22°0	21°9
—	H	759,5	759,4
Après absorpt. de O :	V	72,64	70,94
—	t	21°9	21°9
—	H	759,4	759,5

RÉSULTATS

Proportion °/₀ de CO^2	1,15
Quotient respiratoire	1,14
	Par heure et kil.
Azote éliminé	0,0288
Carbone éliminé par la respiration	0,2186
— — les urines	0,0160
Consommation de l'organ. en albumines	0,1801
— — graisses	0,1404
— — hydrates de carbone.	0,2226
Calories mesurées	2,51

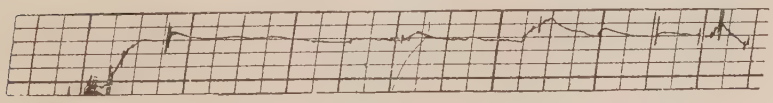
EXPÉRIENCE XXXV

Chienne C, 11 kil. 950, 11 octobre.

Cette expérience est destinée à la mesure de la chaleur produite et de l'azote éliminé pendant une période donnée de la journée.

L'animal est introduit dans la chambre respiratoire et sa vessie est vidée comme précédemment. Il n'absorbe rien avant l'expérience.

Heure du cathétérisme au début	9h50
— — à la fin	3h55
Volume approximatif de l'urine	130cc
Indications du thermomètre enregistreur extérieur.	19°75
— — — intérieur.	20°70



Courbe de la température intérieure.

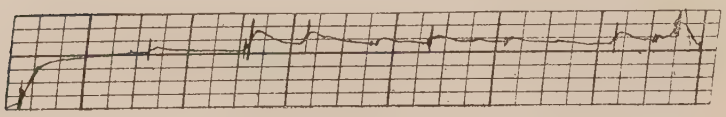
	Par heure et kil.
Chaleur dégagée	2c31
Azote excrété	0g0217

EXPÉRIENCE XXXVI

Chienne C, 11 kil. 950, 12 octobre.

Mêmes déterminations que dans l'expérience précédente. Avant la mise en cage, l'animal reçoit par voie sous-cutanée 2cc d'une solution de chlorure de sodium à 0,7 %.

Heure du cathétérisme au début	9h40
— — à la fin	4h10
Volume d'urine	170cc
Indication du thermomètre enregistreur extérieur.	19°30
— — — intérieur.	20°20



Courbe de la température intérieure.

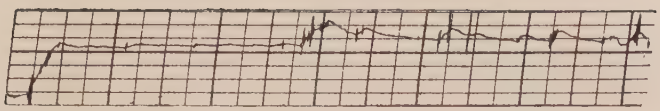
	Par heure et kil
Chaleur dégagée	2c18
Azote excrété	0g0224

EXPÉRIENCE XXXVII

Chienne C, 11 kil. 950, 13 octobre.

Comme l'expérience XXXVI. L'animal reçoit, en outre, par voie sous-cutanée, 20 milligr. de caféine dissous dans 2cc d'une solution de NaCl à 0,7 %.

Heure du cathétérisme au début	9h35
— — à la fin	3h45
Volume de l'urime	100cc
Indication du thermomètre enregistreur extérieur.	19°25
— — — intérieur.	20°25



Courbe de la température intérieure

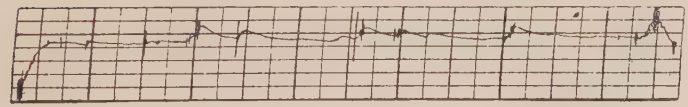
	Par heure et kil.
Chaleur dégagée	2c43
Azote excrété	0g0198

EXPÉRIENCE XXXVIII

Chienne C, 11 kil. 800, 15 octobre.

Injection hypodermique de 40 milligr. de caféine dissous dans 4cc d'une solution de NaCl à 0,7 %. Le reste, comme dans l'expérience précédente.

Heure du cathétérisme au début	10h
— — à la fin	4h25
Volume de l'urine	80cc
Indication du thermomètre enregistreur extérieur.	17°95
— — — intérieur.	18°95



Courbe de la température intérieure.

	Par heure et kil.
Chaleur dégagée	2c46
Azote excrété	0g0170

EXPÉRIENCE XXXIX

Chienne C, 11 kil. 800, 16 octobre.

Injection de 4cc d'une solution de NaCl à 0,7 %.

Heure du cathétérisme au début	10h15
— — à la fin	4h15
Volume de l'urine	100cc
Indication du thermomètre enregistreur extérieur	18°85
— — — intérieur	19°75

Courbe de la température intérieure.

	Par heure et kil.
Chaleur dégagée	2c18
Azote excrété	0g0183

EXPÉRIENCE XL

Chienne C, 11 kil. 800, 17 octobre.

Injection de 40 milligr. de caféine dissous dans 4cc d'une solution à 0,7 °/₀ de NaCl. Dans cette expérience, l'animal est placé comme précédemment dans la chambre calorimétrique. L'élimination de l'azote est seule déterminée.

Heure du cathétérisme au début	10h25
— — à la fin	4h55
Volume approximatif de l'urine	85cc
Azote excrété par heure et kilogramme	0g0174

EXPÉRIENCE XLI

Chienne C, 11 kil. 850, 18 octobre.

Injection de 4cc d'eau salée (NaCl 0,7 °/₀). L'animal est dans la chambre calorimétrique. Détermination de l'azote excrété seulement.

Heure du cathétérisme au début	10h20
— — à la fin	4h25
Volume de l'urine	140cc
Azote excrété par heure et kilogramme	0g0194

EXPÉRIENCE XLII

Chienne C, 11 kil. 800, 19 octobre.

Détermination de l'azote excrété, l'animal étant placé dans les mêmes conditions que précédemment. Injection de 40 milligr. de caféine et 40 milligr. de benzoate de sodium dissous dans 4 centimètres cubes d'eau salée à 0,7 %.

Heure du cathétérisme au début	10h10
— à la fin	4h30
Volume de l'urine	140cc
Azote excrété par heure et kilogramme.	0g0211

EXPÉRIENCE XLIII

Chienne C, 11 kil. 750, 20 octobre.

Injection de 40 milligr. de caféine et 40 milligr. de benzoate de sodium dissous dans 1 centimètre cube d'eau salée à 0,7 %. Pour le reste, mêmes déterminations et conditions que dans l'expérience précédente.

Heure du cathétérisme au début	10h35
— à la fin	4h50
Volume de l'urine	135cc
Azote excrété par heure et kilogramme.	0g0235

EXPÉRIENCE XLIV

Chienne D. — L'animal est soumis à l'inanition azotée. Il reçoit, à partir du 4 octobre, une ration de graisses et d'hydrocarbonés plus que suffisante pour sa calorification.

Le repas de la journée, donné à heure fixe (5 h. du soir), est ainsi composé :

Lard.....	100 gr.
Sucre.....	100 gr.
Amidon.....	100 gr.

Cette ration doit fournir théoriquement 1720 calories ; l'animal pesant environ 24 kilogrammes, cela fait à peu près 3 calories par kilogramme et par heure.

L'élimination azotée est étudiée tous les jours, pendant une certaine période de la journée, située à une distance sensiblement constante de l'heure du repas. La vessie de l'animal est vidée et lavée par la sonde au début et à la fin de l'expérience de chaque jour.

Lorsque la quantité d'azote excrétée est devenue constante, on administre, certains jours, de la caféine par voie sous-cutanée. Nous donnons dans le tableau suivant les conditions et les résultats de cette expérience. Le volume d'urine émis a été évalué approximativement avant le lavage de la vessie ; nous l'indiquons, pour donner une idée approchée de la diurèse.

Date.	Poids	Heure du début.	Heure de la fin	Vol. de l'urine	Azote par heure et kilog.	Administration de la caféine.
Oct. 8	24k300	10h	3h25	105	0g00594	»
9	24.650	10.20	3.45	80	0,00494	»
10	24.300	9.40	3.45	90	0,00475	»
11	24.300	10.35	4	165	0,00573	»
12	24.250	10. 5	4.15	90	0,00546	»
13	24.300	10. 5	3.55	140	0,00530	»
14	»	»	»	»	»	»
15	24.300	10.30	4.30	310	0,00567	»
16	24.200	10.30	4.25	95	0,00533	»
17	24.300	10.45	5	85	0,00543	»
18	24.400	10.30	4.30	260	0,00493	Inj. s.-c. 40 m. caféine dans 4cc d'eau.
19	24.050	10.25	4.35	300	0,00551	»
20	23.950	10.30	4.10	165	0,00502	Inj. s.-c. 40 m. caféine dans 4cc d'eau
21	23.900	10.30	4.30	170	0,00537	»
22	23.950	10.50	4.10	70	0,00555	I. s-c 50 m. caf. et 50 m. benzoa. d. 1cc d'eau

EXPÉRIENCE XLV

Chienne C. — Cette expérience forme le complément de celle qui a été effectuée sur la chienne A et qui a été décrite sous le n° XXIV. Elle est destinée à l'étude de l'action de la caféine sur la vitesse d'établissement de l'équilibre azoté, lorsque la ration d'azote est augmentée.

L'animal pèse 11 kil. 800. Il reçoit depuis longtemps, par jour, 250 grammes de viande de cheval et 200 grammes de pain et est en parfait équilibre azoté, comme le montrent les dosages effectués sur l'urine des vingt-quatre heures, pendant quatre jours consécutifs

L'urine est recueillie par la sonde.

		Azote par 24 heures.
Octobre	22.....	11ᵍ72
—	23.....	11,61
—	24.....	11,83
—	25.....	11,56

Le 25, à 5 heures du soir, la ration de viande est portée à 400 grammes, soit 5 gr. 55 d'azote en plus (d'après analyses personnelles) et 300 milligr. de caféine sont ingérés au moment du repas.

On continue à doser l'azote les jours suivants.

		Azote des 24 heures.
Octobre	26	10ᵍ30
—	27	12,09
—	28	12,39
—	29	12,22
—	30	12,44
—	31	12,40
Novembre	1ᵉʳ	13,11
—	2.....	14,83
—	3.....	14,64

L'expérience est abandonnée, quoique l'animal n'ait pas encore atteint l'équilibre azoté.

Une expérience analogue effectuée, sans caféine, sur le même animal, quatre mois auparavant, avait montré que dès le premier jour de l'augmentation de la ration la quantité d'azote éliminé avait cru de la moitié de la différence entre les teneurs en azote des deux rations et que l'équilibre s'était établi au huitième jour.

EXPÉRIENCE XLVI

Chienne C. — Expérience destinée à montrer l'influence de la caféine sur l'élimination azotée pendant l'inanition totale.

Dernier repas du 18 novembre, à 10 heures du matin. Eau à discrétion.

L'azote est dosé seulement à partir du 21 novembre. Le neuvième et le douzième jour de l'inanition on administre par voie sous-cutanée 40 milligr. de caféine dissous dans 4 centimètres cubes d'une solution de NaCl à 0,7 °/₀.

		Azote par 24 heures.	
Octobre	21.....	2ᵍ96	
—	22.....	3,21	
—	23.....	3,30	
—	24.....	3,31	
—	25.....	3,32	
—	26.....	3,31	
—	27.....	3,04	caféine.
—	28.....	3,05	
—	29.....	2,90	
—	30.....	2,58	caféine.
—	31.....	2,56	

Pour des raisons particulières, l'expérience n'a pu être poussée plus loin.

CHAPITRE III

DISCUSSION DES RÉSULTATS DES EXPÉRIENCES. — COMPARAISON AVEC LES RÉSULTATS DES AUTEURS. — CONCLUSIONS

Reprenons maintenant, chacun en particulier, les divers facteurs physiologiques dont nous nous sommes proposé d'étudier les variations sous l'influence de la caféine; examinons les résultats que nous ont fournis à leur sujet les expériences que nous venons de décrire et comparons-les avec ceux qu'ont obtenus les différents auteurs qui se sont occupés de la même question que nous.

I. — PRODUCTION DE CHALEUR

Les expériences XXV à XXXIX nous renseignent à ce sujet. Les différentes doses de caféine administrées, soit par voie buccale depuis 15 milligrammes jusqu'à 25 milligrammes par kilogramme, soit par voie sous-cutanée, depuis 1 mgr 5 jusqu'à 3 milligrammes par kilogramme, ont généralement donné lieu à une *augmentation de la production de chaleur*.

Première série. — Voie buccale. 20 grammes de viande au début de l'expérience.

		Calories par heure et kil.	
Expérience	XXV.....	2,33	
—	XXVI.....	**2,71**	caféine.
—	XXVII.....	2,84	
—	XXVIII.....	**3,11**	caféine.
—	XXIX.....	2,73	
—	XXX.....	**3,32**	caféine.
—	XXXI.....	3,21	

Deuxième série. — Voie sous-cutanée. pas de viande avant l'expérience.

		Calories par heure et kgr.	
Expérience	XXXII.....	2,80	
—	XXXIII.....	**2,94**	caféine.
—	XXXIV.....	2,51	
—	XXXV.....	2,31	
—	XXXVI.....	2,18	
—	XXXVII.....	**2,43**	caféine.
—	XXXVIII....	**2,46**	caféine.
—	XXXIX.....	2,18	

Les moyennes parleront plus nettement :

Première série :	Sans caféine.....	2c77
—	Avec caféine.....	3c04

soit une augmentation de 9,7 %.

Deuxième série :	Sans caféine.....	2c39
—	Avec caféine.....	2c61

soit une augmentation de 9,2 %.

Cette surproduction de chaleur est-elle due à une agitation plus grande de l'animal ou bien, comme certains auteurs le supposent, à une augmentation du tonus muscu-

laire ? Nos expériences ne nous permettent pas de conclure à ce sujet.

Les courbes de la température intérieure de la chambre calorimétrique peuvent nous donner quelques indications au sujet de l'état d'agitation de l'animal. Chaque mouvement un peu accentué produit une élévation passagère de la courbe, élévation généralement précédée d'une oscillation du style de l'appareil enregistreur lorsque le mouvement a été assez brusque. A ce point de vue, si nous comparons les courbes qui correspondent à l'état normal et celles qui ont été prises sous l'influence de la caféine, nous n'observons pas une grande différence entre les deux séries.

Des mesures calorimétriques directes n'ont jamais été effectuées, à notre connaissance, au sujet de l'action de la caféine. Quelques auteurs (1) ont seulement déterminé les variations de la température animale sous l'influence de cet agent et, sans relater ici leurs expériences, nous ferons simplement remarquer que lorsque les déterminations ont été effectuées dans de bonnes conditions, ils ont généralement pu constater une élévation, ce qui concorde avec nos résultats.

Examinons maintenant quels sont les aliments simples qui par leur destruction plus active ont pu fournir cet excès de chaleur.

II. — CONSOMMATION D'ALBUMINES

1° Elimination de l'azote par les urines.

Reprenons les résultats fournis, au point de vue de l'excrétion azotée urinaire, par les 46 expériences dont le détail

(1) Binz (A.), Beitrage zur Kenntniss der Kaffeebestandtheile (Av. 1 pl.). — (Arch. f. exp. Path. u. Pharm, 1878, 9, 31-51).

Guimaraês, De uso e abuso do cafe. Th. de Rio de Janeiro, 1882 (Analyse par Couty in arch. de phys. norm. et path., 1883 (3), 1, 312-320).

Leblond, Etude physiologique et thérapeutique de la caféine. 8 pl. (Th. de Paris 1883).

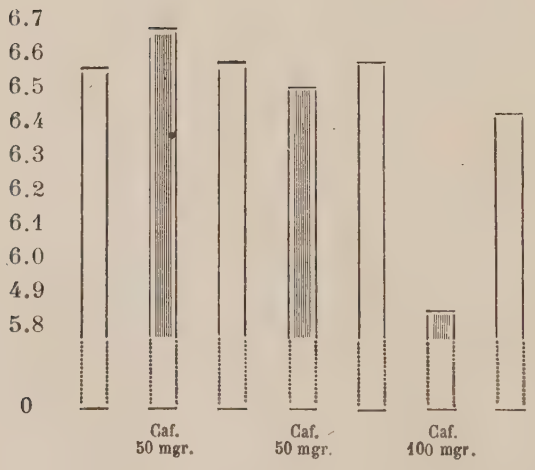
Parisot. Etude physiologique de l'action de la caféine sur les fonctions motrices. (Th. de Paris, 1890, 90 et 91).

vient d'être exposé et condensons-les ici en tableaux que nous accompagnerons d'une traduction graphique. Indiquons, en outre, à propos de chaque quantité d'azote, le volume d'urine qui la contenait, car nous aurons à nous servir de cette indication un peu plus loin.

A. — L'animal est en état d'équilibre azoté.

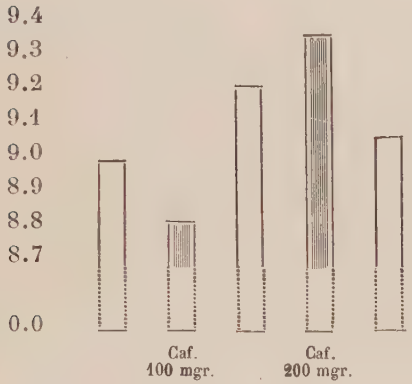
Première série. — 50 JOURS. CHIENNE A., 2 KIL. 800. CAFÉINE PAR VOIE BUCCALE.

	Az. moy. p. 24 h	Vol. d'urine.
Expérience I, normal.....	6g54	126cc
— II, 50 milligr. caféine.....	**6,65**	118
— III, normal.....	6,56	126
— IV, 50 milligr. caféine.....	**6,49**	116
— V, normal.....	6,55	129
— VI, 100 milligr. caf. (en 2 fois).	**5,84**	112
— VII, normal.....	5,42	126



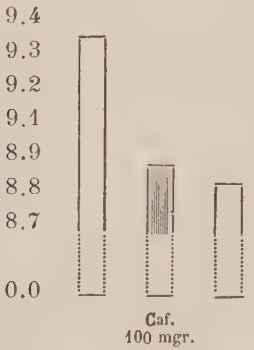
Deuxième série. — 34 JOURS. CHIENNE A., 2 KIL. 800. VOIE BUCCALE

	Az. moy. p. 24 h.	Vol. d'urine.
Expérience VIII, normal.....	9ᵍ00	175ᶜᶜ
— IX, 100 milligr. caf. (en 1 fois).	**8,81**	165
— X, normal.....	9,22	157
— XI, 200 milligr. caf. (en 2 fois).	**9,35**	151
— XII, normal.....	9,03	171



Troisième série. — 20 JOURS. CHIENNE A., 2 KIL. 800. VOIE BUCCALE.

	Az. moy. p. 24 h.	Vol. d'urine.
Expérience XIII, normal.....	9ᵍ36	165ᶜᶜ
— XIV, 100 milligr. caf. (en 2 fois).	8,89	163
— XV, normal.....	8,82	166



En résumé nous avons pour cet animal, suivant les doses :

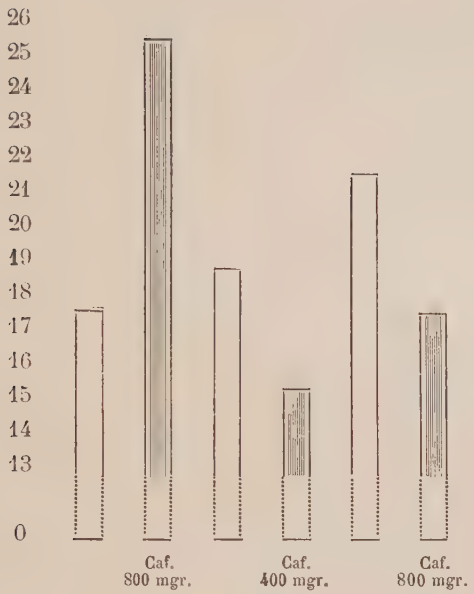
Avec la	1re	administ. de 50 mgr caf. (18mgr p. kil).	augm. de	1,72 %
—	2e	— —	dimin. de	0,95 %
—	1re	— 100mgr caf. (36mgr p. kil.).	dimin. de	9,94 %
—	2e	— —	dimin. de	3,22 %
—	3e	— —	dimin. de	2,17 %
—	1re	— 200mgr caf. (72mgr p. kil.).	augm. de	2,55 %

La variation est calculée en faisant la différence entre le chiffre d'élimination sous l'influence de la caféine et la moyenne de ceux qui correspondent aux deux périodes voisines d'élimination normale.

On voit que le sens de la variation dépend ici de la dose de caféine ingérée, en mettant à part la première administration, vis-à-vis de laquelle l'animal a peut-être manifesté une sensibilité spéciale. On voit aussi que cette variation diminue d'amplitude par l'usage (administration des 100 milligr.).

Quatrième série. — 40 JOURS. CHIENNE B., 19 KIL. 700. VOIE BUCCALE.

	Az. moy. p. 24 h.
Expérience XVI, normal	17g37
— XVII, 800 milligr. caféine (en 2 fois).	**25,55**
— XVIII, normal	18,98
— XIX, 400 milligr. caféine (en 2 fois)	**15,13**
— XX, normal	16,09
— XXI, 800 milligr. caféine (en 2 fois)	**21,34**
— XXII, normal	17,72

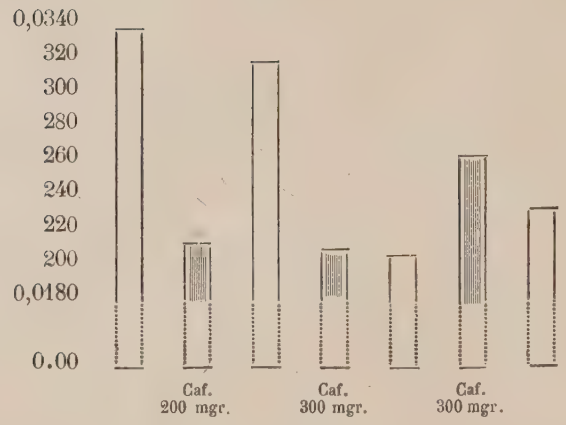


Nous retrouvons ici ce que nous avons observé pour la chienne A : Variations de sens différent suivant la dose de caféine; diminution d'amplitude avec l'accoutumance.

Administ. de 400 mgr de caf.				(20 mgr p. kil.)		diminut. de	13,69 %
1e Administ. de 800	—		(40	—	)	augment. de	40,62 %
2e	—	—	—	—	—	—	26,27 %

Cinquième série. – Chienne C., 12 kil. voie buccale.

	Azote par heure et kil.	Vol. d'urine par heure.
Expérience XXV, normal	0g0337	33cc
— XXVI, 200 milligr. caféine.	**0,0215**	8
— XXVII, normal.....	0,0332	23
— XXVIII, 300 milligr. caf.	**0,0204**	15
— XXIX, normal.....	0,0200	12
— XXX, 300 milligr. caféine.	**0,0259**	12
— XXXI, normal.....	0,0232	16

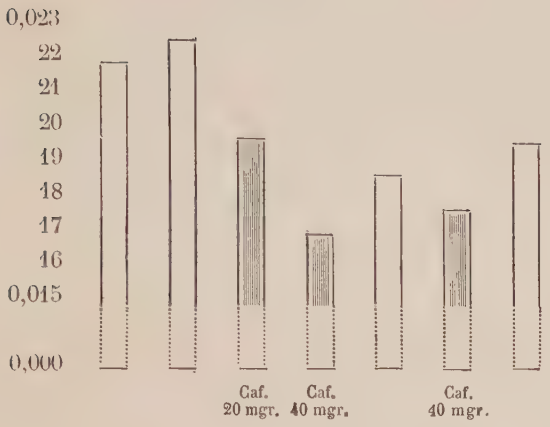


L'expérience XXX nous donne un résultat différent des expériences XXVI et XXVIII, au point de vue de l'élimination azotée. Nous verrons d'ailleurs plus loin que les autres résultats qu'elle a fournis sont aussi un peu anormaux, sans que nous puissions en connaître la cause.

Quoiqu'il en soit, si nous établissons la moyenne de l'élimination normale et celle de l'élimination sous l'influence de la caféine, nous arrivons à la conclusion que, chez cet animal, 200 à 300 milligr. de caféine administrés par voie buccale (25 milligr. par kilogr.) ont provoqué une diminution de 1.72 % dans l'élimination de l'azote.

Sixième série. — CHIENNE C., 12 KIL. ADMINISTRATION DE LA CAFÉINE PAR VOIE SOUS-CUTANÉE EN SOLUTION DANS L'EAU SALÉE.

	Az. par heure et kil.	Vol. d'urine p. heure.
Expér. XXXV, normal	0g0217	22cc
— XXXVI, 2cc eau salée phys	0,0224	26
— XXXVII, 20 milligr. caf. (2cc eau salée)	**0,0198**	17
— XXXVIII, 40 milligr. caf. (4cc eau salée)	**0,0170**	12
— XXXIX, 4cc eau salée	0,0183	17
— XL, 40 milligr. caf. (4cc eau salée)	**0,0174**	13
— XLI, normal	0,0194	23



Les moyennes des deux séries de chiffres nous montrent que, dans ces circonstances, il s'est produit une diminution de 12,5 %:

Septième série. — Chienne C., 12 kil. caféine en injections sous-cutanées associée au benzoate de sodium.

		Azote p. heure et kil.	Vol. d'urine p. heure.
Expér. XXXII, 50 mgr benzoate (1 cc).....		0g0266	23cc
— XXXIII, — + 50 mgr caf. (1 cc).		**0,0887**	40
— XXXIV, — (1 cc).....		0,0288	20
— XLI, rien.....		0,0194	23
— XLII, 40 mgr benzoate + 40 mgr caf. (4 cc).		**0,0211**	21
— XLIII, — — (1 cc).		**0,0285**	20

Les doses qui avaient produit précédemment une diminution dans l'excrétion azotée, l'ont augmentée lorsqu'elles ont été associées au benzoate de sodium.

B. — Animal en période de changement d'équilibre azoté.

Exp. XXIII et XXIV. — Chienne A, 2 kilogr. 900. Nous savons que cet animal est soumis à la loi de varia-

tion de l'équilibre azoté, lorsqu'on diminue sa ration d'azote. L'expérience XXIII nous l'a montré et de plus nous a fait voir que, dès la diminution de la ration azotée, il se produit aussi une diminution dans la quantité d'azote excrété, mais diminution qui n'atteint que la moitié environ de la différence qui existe entre les quantités d'azote des deux rations consécutives. L'équilibre n'est établi qu'au bout de 7 jours environ.

Cette même expérience répétée avec administration par voie buccale de 100 milligrammes de caféine nous donne des résultats bien différents. Dès l'abaissement de la ration azotée, la quantité d'azote excrété tombe de 9gr15 environ à à 6gr09, c'est-à-dire au-dessous de la quantité excrétée normalement avec la nouvelle ration, lorsque l'état d'équilibre existe, soit environ 6gr55 ; elle remonte légèrement les jours suivants et dès le troisième jour l'équilibre peut être considéré comme établi.

Nous savons déjà que cette dose de caféine produit chez cet animal un abaissement dans l'excrétion de l'azote, mais cet abaissement coïncidant ici avec un taux d'azote excrété très voisin du taux ingéré et un aussi rapide établissement de l'équilibre azoté pouvait nous faire supposer une action spéciale de la caféine : celle d'établir promptement l'équilibre azoté.

Aussi s'imposait l'expérience inverse avec augmentation de la ration d'azote.

L'animal, quoique très bien portant au moment de l'expérience précédente, est mort avant que nous n'ayons pu entreprendre la seconde.

Exp. XLV. — L'expérience inverse, qui n'a pu être effectuée avec la chienne A, a été réalisée avec la chienne C au moment où sa sensibilité vis-à-vis de la caféine était bien connue.

L'augmentation de la ration azotée, sous l'influence de la caféine, à la dose de 300 milligrammes par voie buccale, au

lieu d'être suivie d'une augmentation correspondante dans l'excrétion azotée, comme pouvait le faire prévoir l'expérience précédente, a été, au contraire, suivie d'un abaissement momentané de la quantité d'azote excrété, et au bout de 9 jours l'équilibre n'était pas encore établi.

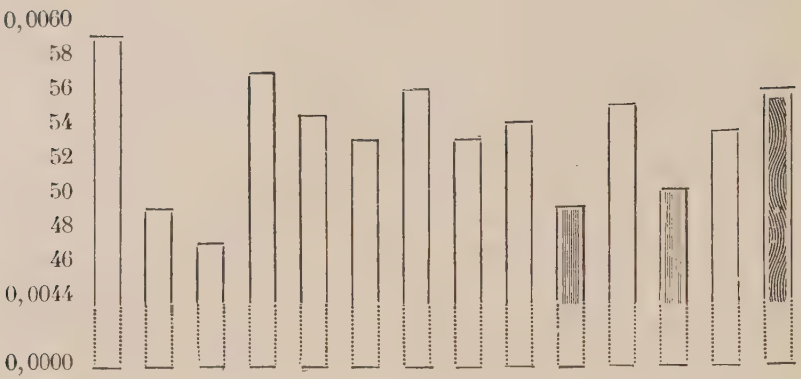
De ces deux expériences, il est permis de conclure que les doses de caféine qui avaient manifesté leur influence sur l'excrétion azotée en la diminuant, chez l'animal en état d'équilibre azoté, ont montré la même influence lorsque celui-ci se trouvait en période de variation dans cet équilibre.

C. — Animal en état d'inanition azotée.

Expérience XLIV. — Chienne D, 24 kilogr. — C'est au hasard que la dose de 40 milligrammes de caféine, en injection sous-cutanée, est administrée, car nous n'avons aucun renseignement antérieur sur la sensibilité de cet animal vis-à-vis de cet agent. Cette dose a manifesté une influence très nette en abaissant le taux d'élimination azotée.

Cette même dose, associée à une quantité égale de benzoate de sodium, a produit au contraire une augmentation et nous devons rapprocher ce résultat de ceux que nous ont donnés les expériences XXXIII, XLII et XLIII.

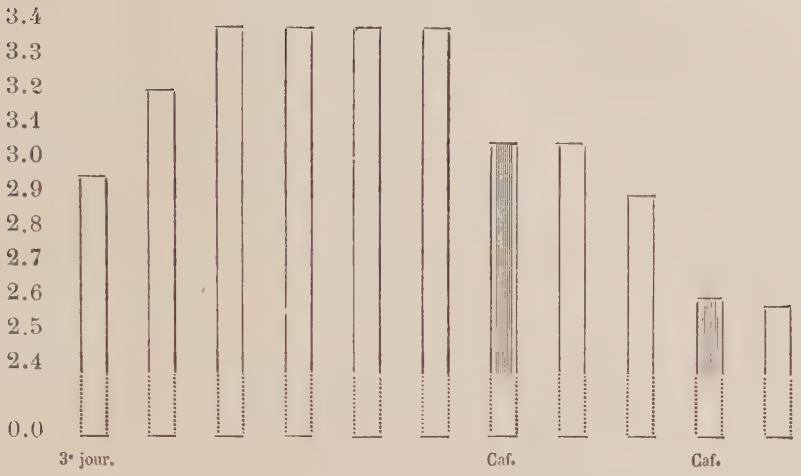
Les chiffres donnés dans l'exposé de l'expérience peuvent se passer de commentaires ; nous les traduisons simplement ici par un graphique.



D. — Animal en état d'inanition totale.

Il était intéressant de voir comment se comporte dans l'inanition totale, alors que l'animal doit prélever à peu près exclusivement sur les albuminoïdes les matériaux nécessaires à sa calorification et à son travail, une dose de caféine qui provoquait l'abaissement de l'excrétion azotée, lorsque la ration ingérée ou les réserves d'hydrates de carbone ou de graisses pouvaient faire largement les frais des dépenses.

L'expérience XLVI, qui avait été instituée dans ce but, n'a pu malheureusement ni être poussée assez loin ni être recommencée. Nous donnons sans commentaires, la courbe qui traduit les résultats obtenus dans cette expérience à laquelle nous n'attachons pas une grande valeur.



2° Elimination de l'azote par les fèces.

Les quelques dosages effectués à ce sujet nous ont fait voir que la quantité d'azote éliminé par les fèces varie peu pour un même régime et n'est pas visiblement influencée par l'administration de caféine.

	Azote des 24 h.
Du 3 décemb. au 16 janv. 180 gr. de viande.....	0,14
— — —	0,13
— — —	0,13
— — —	0,14
— — —	0,14
Du 1er avril au 29 avril. 250 gr. de viande.....	0,20
— — —	0,19
— — —	0,21
— — —	0,22
— — —	0,20

On peut donc faire abstraction de cette élimination pour ne considérer que l'élimination urinaire. Ajoutons qu'il est absolument inutile de tenir compte de l'azote ingérée avec

la caféine; sa quantité est certainement du même ordre de grandeur que les erreurs dues à l'expérimentation.

De toute cette série d'expériences, il nous est permis, croyons-nous, de tirer les conclusions suivantes relativement à *l'influence de la caféine sur l'élimination azotée* chez le chien.

Lorsque l'organisme ne doit pas faire face à ses dépenses uniquement au moyen des albumines de ses tissus, la caféine montre une action manifeste sur l'élimination azotée et dont le sens dépend de la dose ingérée.

Il est possible de trouver, pour un chien, une dose faible de caféine qui abaisse l'excrétion azotée et une dose plus forte qui l'augmente.

Ces doses différentes ne peuvent être prévues pour un chien d'après son poids. Telle dose qui s'est montrée faible pour un animal se montre forte pour un autre animal.

3° Destruction de l'albumine.

De cette influence sur l'élimination azotée est-il permis de conclure à une influence sur la destruction de l'albumine?

Assurément les variations dans la production des déchets azotés ne peuvent provenir dans nos expériences que de variations dans la destruction de l'albumine ; mais pour que l'excrétion azotée donne une mesure exacte de cette production il est évidemment indispensable que la quantité des produits azotés de désassimilation qui imprègnent l'organisme, soit, à la fin de l'expérience, exactement ce qu'elle était au début.

En d'autres termes, il faut retrouver dans les produits d'excrétion d'une période donnée tout l'azote correspondant à la quantité d'albumine détruite pendant cette même période ; l'organisme ne doit ni s'enrichir ni s'appauvrir en déchets azotés.

Une telle circonstance nous semble devoir exister rarement et être, en outre, difficile à réaliser expérimentalement.

Si, au sujet de nos expériences, nous comparons les variations de l'azote excrété et celles du volume de l'urine émise, nous trouvons dans un grand nombre de cas un certain parallélisme entre ces deux quantités.

Aussi le doute naît-il, au premier abord, sur la possibilité de tirer de l'élimination de l'azote une conclusion au sujet de la destruction de l'albumine, et on serait facilement amené à croire que la caféine, en modifiant la diurèse, a aussi produit une modification dans le lavage de l'organisme, à laquelle il faudrait seulement attribuer les variations de l'excrétion azotée ; mais si l'on remarque que les modifications dans l'état d'imprégnation de l'organisme par les déchets azotés ne peuvent être que passagères, il faudrait, pour pouvoir attribuer à cette cause les variations observées que la diminution de la quantité d'azote excrétée, produite sous l'influence de la caféine, soit suivie d'une augmentation amenant l'élimination de l'azote à un taux supérieur à celui de l'équilibre, et inversement dans le cas d'une augmentation.

Or, ce fait n'a pu être observé que 3 fois sur 17 (équilibre azoté 2e série. — 5e série, Expérience XLI). Au contraire, dans presque tous les cas, la quantité d'azote éliminée dans les périodes qui ont suivi l'administration de la caféine, au lieu même de correspondre au taux d'équilibre, a montré avec celui-ci une différence de même sens que celle qui s'était produite sous l'influence de la caféine. Il s'est produit comme un retard dans le retour à l'équilibre, comme cela s'observe, avec une tout autre intensité, dans les variations de ce dernier sous l'influence d'un changement de ration.

Ces considérations nous amènent à conclure que, si l'influence de la caféine sur la consommation des albumines n'est peut-être pas exactement mesurée par son influence

sur l'excrétion azotée, elle peut être considérée, dans tous les cas, comme ayant lieu dans le même sens que cette dernière.

Si nous envisageons maintenant les lois de la destruction de l'albumine, nous dirons :

1° L'équilibre azoté peut être rompu par la caféine et la durée de sa période d'établissement peut être modifiée par cet agent ;

2° Le besoin absolu de destruction de l'albumine à l'état normal peut être diminué par la caféine.

4° Comparaison de nos résultats avec ceux des auteurs.

La modification de l'élimination de l'urée sous l'influence de la caféine ou des caféiques est, parmi les différentes questions relatives à la nutrition, celle qui semble avoir préoccupé les auteurs depuis longtemps et presque exclusivement ; cela ne doit point nous étonner, car pendant longtemps l'élimination de l'urée a été considérée comme donnant une mesure de l'intensité des échanges organiques.

Les nombreux travaux sur ce point s'échelonnent sur un espace de 50 ans, de 1840 à 1890, et les résultats auxquels ils ont donné lieu sont des plus contradictoires, à tel point qu'il est possible de les classer en trois groupes d'égale importance : 1° diminution dans l'élimination de l'urée; 2° augmentation; 3° influence nulle.

Devant la constance de nos résultats et les conclusions auxquelles ils ont amené, il devient intéressant d'approfondir les expériences des auteurs et de voir si les résultats de celles qui ne souffrent point de critique diffèrent bien, au fond, des nôtres.

Nous ne passerons en revue que les travaux dont les conditions expérimentales nous sont suffisamment connues, pour établir leur critique,

Parmi ceux-ci deux seulement ont été effectués sur le

chien et avec la caféine ; un plus grand nombre ont été réalisés avec la caféine et l'homme ; enfin, dans un plus grand nombre encore, l'expérimentation a été faite au moyen, soit du café vert, soit du café grillé, soit du thé ou autres caféiques.

Faisons remarquer tout d'abord que jamais l'azote total n'a été déterminé ; seule l'urée a été dosée dans cette longue série d'expériences. A la vérité, celle-ci nous donne bien généralement une idée de l'élimination azotée totale. Remarquons cependant que, dans nos expériences IV et IX, tandis que l'azote total a diminué, l'urée a, au contraire, augmenté. Mais évidemment ce ne sont là que de rares exceptions et nous considèrerons, dans la suite, le dosage de l'azote uréique comme valable au sujet des indications de variation dans l'élimination azotée.

De plus, les expérimentateurs se sont généralement contentés de l'administration d'une dose unique ou, s'ils ont varié la quantité de caféine administrée, ils se sont maintenus dans des limites telles qu'il ne leur a pas été possible d'observer les deux sens de la variation sur le même animal.

Un certain nombre de ces expériences ont perdu de leur valeur, par suite du défaut d'équilibre azoté chez le sujet expérimenté. De ce défaut il résulte, la plupart du temps, une impossibilité d'attribuer à la caféine, plutôt qu'au changement de régime, les variations observées. Ajoutons que certains auteurs sont excusables, car leurs travaux ont été réalisés à une époque où la loi de l'équilibre azoté n'était pas encore établie.

Examinons tout d'abord les expériences qui se rapprochent le plus des nôtres par les conditions expérimentales, c'est-à-dire celles effectuées avec le chien et la caféine.

A. — CAFÉINE

a). Chien.

1° Recherches de Hoppe (1).

Dans ces recherches, que nous rapportons d'après une analyse de Voit (2), l'auteur se sert d'un chien de 3 kil. 600 et lui donne, tous les jours, pendant toute la durée de l'expérience la ration ainsi composée : lait 100 grammes, viande de bœuf 250 grammes. Cette ration contient 10 gr. 3 d'azote.

Pendant 9 jours il dose l'urée et trouve une moyenne par 24 heures de 18 gr. 4 = 8 gr. 6 d'azote.

Les 6 jours suivants il ajoute à la ration 200 milligrammes de caféine par jour, il trouve une moyenne de 17 gr. 1 d'urée = 7 gr. 99 d'azote.

Enfin, les 4 jours suivants, pendant lesquels la caféine est supprimée, la quantité moyenne d'urée est de 16 gr. 89 = 7 gr. 88 d'azote.

Le chien a perdu 100 grammes de son poids pendant toute la période des expériences.

Hoppe conclut que la caféine n'a pas d'action sur l'élimination de l'urée.

Dans les analyses de ce travail il n'est pas indiqué si l'animal a été soumis longtemps avant l'expérience au régime adopté pendant sa durée. Il y a tout lieu de croire que l'expérience commence en même temps que le régime, étant donné que la loi de l'équilibre azoté n'était pas connue à cette époque. Il n'est pas indiqué non plus à quel moment la perte

(1) Hoppe (F.), Ueber die Wirkungen des Coffeins auf den Stoffwechsel (Sitz-Ber. d. Ges. f. Wiss. Medicin in Berlin, 15 déc. 1856) (Deutsch Klinik, 9 mai 1857).

(2) Voit (C.), Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des. Kaffee's und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel (München. Cotta'schen Buchhandlung, 1860, p. 129).

de poids a eu lieu. Si cela s'était passé surtout au début de l'expérience, ce serait une preuve que l'animal a dépensé à ce moment plus d'azote qu'il n'en recevait ou ce qui revient au même qu'il n'en recevait antérieurement ; d'ailleurs, il est à remarquer que la ration azotée est exceptionnellement riche pour un chien, c'est une ration d'expérience.

Le défaut d'équilibre azoté au début, s'il a existé, permettrait une interprétation de l'expérience et une assimilation de ses résultats aux nôtres. Dans ces conditions l'abaissement de la première série à la deuxième serait dû simplement au changement de régime et une augmentation de l'azote due à la caféine aurait pu passer inaperçue. Mais au bout de 9 jours on peut admettre l'existence de l'équilibre (1), et attribuer, à ce moment, les variations à l'influence de la caféine. Or il existe un abaissement léger de la deuxième série à la troisième, ce qui indiquerait la production d'une augmentation de l'azote due à la caféine. Cet abaissement pourrait d'ailleurs ne pas donner la mesure de l'augmentation ; nous avons constaté dans nos expériences une sorte de retard dans le retour de l'excrétion au taux d'équilibre, et l'on remarquera que l'animal n'est suivi ici que pendant 4 jours après l'administration de la caféine.

En somme, une supposition au sujet de l'équilibre azoté peut établir une concordance parfaite avec nos résultats et permettre de comparer cette expérience avec nos séries X, XI et XII ; mais c'est là une supposition qui n'est peut-être pas permise.

(1) Dans ces conditions le rapport azoturique serait 0,80, ce qui est normal.

2° Recherches de Parisot (1)

Elles ont été réalisées sur le chien en inanition, mais dans des conditions expérimentales défectueuses au point de vue de l'équilibre azoté.

Nous ne citerons que sa première expérience, les autres étant faites dans des conditions aussi mauvaises.

Parisot dose l'urée tous les jours et établit une moyenne pour une période donnée.

Un chien reçoit son dernier repas le 21 novembre. Dès ce moment, l'urée est dosée, pendant huit jours (du 22 au 30), par conséquent en pleine période de décroissance de l'azote sous l'influence de la suppression d'aliments. Au sixième jour, l'urée est tombée de 18 grammes à 9 gr. 55. L'auteur fait la moyenne qui évidemment, n'a ici aucune signification.

L'inanition est arrêtée et pendant 8 jours l'animal reçoit une nourriture très probablement quelconque et variable puisqu'aucune indication n'est donnée à ce sujet.

Au bout de ces 8 jours l'animal est remis en inanition comme précédemment, mais reçoit de plus 12 milligrammes de caféine par kilogramme (la voie d'administration n'est pas indiquée). Dès le début de l'inanition l'urée est dosée, et au bout de 6 jours une moyenne, qui n'est pas plus admissible que la précédente, est établie. Le 1er jour il y avait une élimination de 9 grammes d'urée et le dernier de 4 gr. 8 ; néanmoins, la moyenne de cette deuxième expérience est supérieure à celle de la première sans caféine.

Aucune conclusion ne peut se tirer de cette expérience, car rien ne prouve que le régime des 8 jours intermédiaires ait remis l'animal, au point de vue de l'excrétion azotée, dans le même état où il se trouvait au début de la pre-

(1) Parisot, Etude physiologique de l'action de la caféine sur les fonctions motrices (Th. de Paris, 1890, 63-93).

mière expérience, et cela aurait-il eu lieu, que des moyennes en période variable ne peuvent pas constituer une indication précise, et que, d'autre part, l'examen de l'excrétion journalière dans cette expérience n'est d'aucune valeur pour une conclusion, car d'un jour à l'autre l'urée a varié du simple au double, l'animal n'ayant pas été soumis au cathétérisme.

b). *Homme.*

1° Recherches de Lehmann (J.) (1)

Lehmann fait avec deux hommes deux expériences dont la première est relatée avec des détails suffisants pour que la critique puisse en être faite.

Un homme de 32 ans (G. M.), du poids de 51 kilos, est soumis, le 19 mai, à un régime régulier. La ration journalière est ainsi composée : Le matin, pain blanc avec beurre, 133 grammes ; à midi, viande (beefsteak), 200 grammes, riz cuit à l'eau, 133 grammes, pain, 133 grammes ; le soir, pain avec beurre, 400 grammes ; comme boissons : pendant le jour, 5 à 6 verres d'eau ; le soir, 2 petits verres de bière.

Le 28 mai, après 9 jours de ce régime, l'équilibre azoté est établi comme le prouvent les chiffres d'urée suivants :

28 mai.....	27ˢ360
29 —	26,250
30 —	26,975
31 —	27,991
1ᵉʳ juin	27,584
Moyenne	27,232

(1) Lehmann (J.). Ueber den Kaffee als Getränk in chemisch-physiologischer Hinsicht (Ann. d. Chem. u. Pharm., 1853, **87**, 205-218 et 275-290).

G. M. suit sans discontinuité ce régime, et le 20 juin, après avoir été soumis dans l'intervalle à une expérience sur le café grillé (du 3 au 13 juin), il reçoit tous les jours, en deux fois, 4 grains (200 millig.) de caféine jusqu'au 26 juin. L'urée éliminée est par jour :

Juin 20	26ᵍ413
— 21	25,843
— 22	25,264
— 23	24,199
— 24	24,231
— 25	23,901
— 26	24,023

Lehmann, observant que l'excrétion de l'urée n'atteint son minimum que dans les derniers jours, n'établit la moyenne que du 23 au 26 juin et trouve 24 gr. 088. Ceci lui a valu, d'ailleurs, une critique fort juste de Voit (1) qui fait remarquer que l'effet de la caféine ne doit pas attendre 4 jours pour apparaître.

Mais l'examen de ces chiffres nous montre qu'un abaissement a eu lieu dès le premier jour et s'est maintenu ; et si, contrairement à l'auteur, nous faisons la moyenne de toute la durée de l'expérience, nous trouvons pour l'urée 24 gr. 839, chiffre manifestement inférieur à 27 gr. 232, qui peut être considéré comme représentant l'élimination normale chez cet homme, quoique il eut été plus rigoureux de faire une expérience à l'état normal plus rapprochée de celle effectuée sous l'influence de la caféine.

L'auteur indique ensuite simplement le résultat de la deuxième expérience sans autre détail sur les conditions de régime que l'indication : « bei gleichmassiger Diät ». L'homme (L. B.), soumis à cette expérience, absorbe

(1) Voit (C.), *loc. cit.*, p. 128.

6 grains (300 milligr.) de caféine par jour. Les quantités d'urée éliminée sont :

Sans caféine.....	25gr150
Avec caféine.....	22gr230

8 jours après, l'auteur reprend l'expérience dans les mêmes conditions, il trouve :

Sans caféine.....	25gr010
Avec caféine.....	20gr800

Ainsi, d'après les expériences de Lehmann, la caféine à cette dose produit une diminution incontestable dans l'élimination de l'urée.

Le fait que le minimum d'élimination ne se produit qu'après usage de la caféine pendant quelques jours, pourrait s'expliquer, d'après nos résultats, par la supposition que les 4 grains de caféine ingérée, constituaient pour cet individu au début une dose à la limite de celles qui produisent une augmentation, mais que par accoutumance, elle est devenue rapidement une dose faible, produisant une diminution bien plus accentuée.

Les conditions d'expérimentation réalisées par Lehmann, ne peuvent, à notre avis, souffrir aucune critique sérieuse.

2° Recherches de Eustratiadès (1)

L'auteur fait les expériences sur lui-même ; il se soumet à un « régime moyennement azoté aussi identique que possible » et, à ce point de vue, les conditions paraissent évidemment moins rigoureuses que celles dans lesquelles Lehmann s'était placé. Néanmoins, Eustratiadès obtient

(1) Eustratiadès (D. S.), Etude expérimentale sur les propriétés physiologiques de la caféine et du café (Thèse de Paris, 1870, 15-29).

un équilibre azoté aussi parfait qu'il est permis de le désirer dans ces circonstances. Les chiffres suivants en témoignent; ils représentent l'excrétion journalière de l'urée pendant la semaine qui a précédé l'ingestion de caféine :

	28g38
	22,10
	22,65
	22,56
	22,42
	22,05
	22,06
Moy.	22,06

Pendant une semaine, l'auteur ingère tous les jours 150 milligrammes de caféine. La semaine suivante, il supprime la caféine ; puis il en ingère de nouveau 300 milligrammes par jour pendant une semaine et enfin, il observe l'élimination azotée normale pendant encore une semaine.

Voici les résultats obtenus :

		Urée par 24 h.	Vol. d'urine.
Première semaine.....	sans caféine	22g06	917cc
Deuxième semaine	150mgr de caféine	19,81	881
Troisième semaine....	sans —	21,34	921
Quatrième semaine ...	300mgr de caféine	17,26	926
Cinquième semaine...	sans —	24,02	930

Comme dans certaines de nos expériences, avec la diminution d'urée a coincidé, dans la deuxième semaine, une diminution du volume des urines et la quantité d'urée de la troisième semaine, ne remonte pas exactement à celle de la première.

Ces expériences échappent à toute critique au sujet de leurs conditions et leurs résultats sont en concordance avec ceux de Lehmann.

Ces résultats, ainsi que ceux des expériences que nous rapporterons plus loin, ont été présentés à l'Académie des

Sciences par Rabuteau (1) et c'est à cette communication que Binz (2) fait allusion en disant : « Hätte Rabuteau die zahlreichen Versuche von Voit gekannt, ebenso die daran anknüpfende Kritik der von Böcker, J. Lehmann, und Hammond, statt 1870 zu glauben, dass « aucune expé- « rience scientifique quelque peu suivie, si ce ne sont celles « de Böcker, n'avait été faite à ce sujet » so wurde seine Methode gewiss davon beeinflusst worden sein und damit auch sein Ergebniss. »

Mais les critiques de Voit ont été faites en 1860, époque à laquelle régnaient des idées quelque peu différentes de celles d'aujourd'hui sur les phénomènes de la nutrition.

3° Recherches de Fubini et Ottolenghi (3)

Les auteurs soumettent une personne de 20 ans à un régime régulier et, sous l'influence de 200 à 250 milligr. de caféine, ils voient l'urée augmenter dans la proportion de 100 à 117.

Nous ne connaissons de cette expérience que le résumé publié dans les Archives italiennes de biologie ; il est insuffisant pour que nous puissions nous faire une idée personnelle de la valeur à attribuer à ces résultats.

4° Recherches de Giraud (4).

L'auteur réalise une série d'expériences sur lui-même dont la durée totale, au sujet de la caféine, n'est que de 7 jours. Il ne donne aucune indication sur le régime ; l'exa-

(1) Rabuteau (M.), Sur un moyen propre à annuler les effets de l'alimentation insuffisante (C. R. de l'Ac. des Sc., 1870, **71**, 426).

(2) Binz (C.), Beiträge zur Kenntniss der Kaffeebestandtheile (av. 1 pl.), (Arch. f. exp. Path. u. Pharm., 1878, **9**, 47).

(3) Fubini et Ottolenghi, Giornale della R. Accademia di Medicina di Torino, 1882 (cit. d'apr. Arch. ital. de biologie, 1883).

(4) Giraud (F.), Contribution à l'étude physiologique et thérapeutique de la caféine (Th. de Lyon, 1881).

men de ses chiffres peut cependant faire supposer que l'équilibre azoté est satisfaisant.

Il arrive à la conclusion que la caféine « n'influe en rien la formation et l'excrétion de l'urée » et cependant ses chiffres nous offrent un résultat assez net :

		Urée des 24 heures.
4 Mars	rien.....	26.46
5 —	rien.....	25.95
6 —	300 milligr. caféine.....	**27.60**
7 —	rien.....	26.50
8 —	rien.....	26.10
9 —	600 milligr. caféine.....	**27.12**
10 —	rien.....	26.60
11 —	rien.....	28.60

Si nous faisons abstraction du dernier chiffre, qui n'est d'ailleurs qu'accidentel, puisque nous ne le retrouvons plus pour l'excrétion normale même jusqu'au 18 mars, espace de temps consacré à des expériences sur le café et sur le thé, nous constatons une augmentation manifeste de l'urée les jours où de la caféine a été ingérée ; si nous représentons l'excrétion normale par la moyenne 26 gr. 32, nous trouvons d'après ces chiffres que 300 milligr. de caféine ont augmenté l'excrétion de l'urée de 4,86 °/₀ et 600 milligr. ingérés 2 jours après, de 3,04 °/₀ ; car cette augmentation coïncidant avec l'administration de la caféine, doit certainement être attribuée à son influence.

B. — CAFÉ, THÉ, MATÉ, ETC.

a) Chien.

1° Recherches de Voit (1).

Les seules expériences qui aient été effectuées, à notre connaissance, avec les caféiques sur le chien sont celles de

(1) Voit (C.), Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffee's und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel. (München Cottas'che Buchandlung, 1860, 67-148).

Voit, dont le nom de l'auteur à lui tout seul suffit pour en montrer l'importance. C'est pourquoi elles ont été très fréquemment citées et la plupart du temps mises en avant pour couper court aux discussions, avec l'arrière-pensée que les conclusions de cet auteur sont indiscutables.

Malgré notre admiration pour cet éminent physiologiste, nous nous affranchirons de cette idée préconçue en discutant son expérimentation, et cela d'autant plus volontiers qu'elle a été établie il y a 40 ans, époque à laquelle, comme nous l'avons déjà dit, les notions que l'on possédait sur les phénomènes de la nutrition n'étaient pas identiques à celles que l'on possède aujourd'hui.

Ces expériences ont lieu sur un même chien avec le café grillé et se divisent en trois séries que l'on peut caractériser de la manière suivante au point de vue de la ration azotée :

1re série. — Ration azotée suffisante mais variable.

2e série. — Ration azotée très faible mais fixe. C'est presque de l'inanition azotée.

3e série. — Ration azotée abondante et fixe.

Dans ces différentes expériences, Voit ne dose point l'excrétion azotée totale, mais seulement l'azote de l'urée et l'azote des fèces.

Première Série. — Régime : 303 gr.7 lait, 36 gr. sucre, pain à discrétion, eau à discrétion. Chien, 29 kilogr. environ.

1re Expérience. — 29 jours, du 17 octobre au 15 novembre.

La ration de pain varie de 368 gr.8 à 900, et ainsi l'azote ingéré subit une variation de 5 gr. 80.

En moyenne. Ingéré : azote, 10 gr. 57.

Excrété : (urine) 23 gr.84 urée =11 gr.13 azote.
(fèces) 1 gr.40 azote.

2e Expérience. — 28 jours, du 15 novembre au 12 décembre.

L'animal absorbe tous les jours une infusion de 35 gr. de café grillé.

Le pain varie de 164 gr.5 à 900. (Variation de l'azote 9 gr. 38).

En moyenne. Ingéré : azote, 11 gr.50.

Excrété : (urine) 21 gr.54 urée = 10 gr. 38 azote.
(fèces) 1 gr.57 azote.

3e *Expérience.* — 21 jours, 13 décembre au 2 janvier.

Sans café. Le pain varie de 396 gr. à 769 gr. (variation correspondante de l'azote, 4 gr.85).

En moyenne. Ingéré : azote 9 gr.99.

Excrété : (urine) 18 gr.75 urée = 8 gr. azote
(fèces) 1 gr.36 azote.

4e *Expérience.* — 21 jours. du 3 au 23 janvier, 35 gr. de café grillé. Le pain varie de 369 gr. 5 à 760 gr. 7 (variation correspondante de l'azote, 5 gr. 16).

En moyenne. Ingéré : azote, 9 gr. 80.

Excrété : (urine) 17 gr. 82 urée = 8 gr. 31 azote.
(fèces) 1 gr.39 azote.

La critique qui s'impose est que la ration d'azote a été variable et l'équilibre azoté n'existant pas, il est impossible de définir le rôle du café dans les variations observées.

2e *Série.* — Régime : lait 303 gr. 7, sucre 36 gr., eau 450 gr. Ce régime a été institué probablement le 24 janvier et du 24 au 27 l'animal a absorbé du café, 35 à 72 gr. en vue d'essais de doses.

1re *Expérience.* — 4 jours après la suppression du café et 7 jours après le changement de régime, l'expérience commence, sans café, et dure 4 jours, du 1er au 5 février.

Par 24 heures, Ingéré : azote 1 gr. 9.

Excrété : (urine) 15 gr. 63 urée = 7 gr. 29 azote.
(fèces) 0 gr. 3 azote.

2e *Expérience.* — 4 jours, du 5 au 9 février, 35 gr. de café grillé
Par 24 heures. Ingéré : azote, 2 gr. 1 (azote du café = 0 gr. 2).

Excrété : (urine) 12 gr. 25 urée = 5 gr. 72 azote.
(fèces) 0 gr. 3 azote.

3e *Expérience.* — 4 jours, du 9 au 13 février. Pas de café.
Par 24 heures. Ingéré : azote, 1 gr. 9.

Excrété : (urine) 10 gr. 39 urée = 4 gr.85 azote.
(fèces) 0 gr 3 azote.

4e *Expérience.* — 4 jours, du 13 au 17 février. 35gr. café grillé.
Par 24 heures. Ingéré : azote. 2 gr. 1.

Excrété : (urine) 10 gr.17 urée = 4 gr. 75 azote.
(fèces) 0 gr. 3 azote.

Dans cette série la ration d'azote est constante, mais nous n'avons aucun renseignement sur le moment où le taux d'azote éliminé est devenu constant ; nous savons aujourd'hui que lorsque l'azote est supprimé dans l'alimentation, l'animal continue à en éliminer une certaine quantité avec une très grande régularité, mais que ce taux d'élimination minime ne s'établit qu'au bout d'un certain nombre de jours, l'animal se conformant au début, pour ainsi dire, à ses habitudes antérieures d'excrétion azotée. L'urée est bien dosée tous les jours dans les expériences que nous venons de citer, mais le chien n'étant pas soumis au cathétérisme, il s'ensuit une grande irrégularité dans les chiffres journaliers, irrégularité qui nous empêche d'être renseigné sur le moment précis où l'excrétion azotée a atteint son taux minimum constant. Quoiqu'il en soit, d'après ce que nous savons, nous avons tout droit de supposer que dans les trois dernières expériences l'équilibre était établi et nous pouvons admettre alors leurs résultats comme acceptables. Par la suppression du café nous voyons tomber l'azote uréique de 5 gr.72 à 4 gr.85 (15 % environ de variation). Mais une administration ultérieure de café ne donne point d'augmentation.

L'expérience paraît démontrer une augmentation de l'élimination azotée sous l'influence de cette dose de café chez cet animal ; et peut-être serait-il possible d'attribuer, comme nous l'avons fait précédemment, le défaut d'augmentation

dans la dernière expérience à une certaine accoutumance, si nous remarquons surtout que l'animal ne s'est reposé que 4 jours entre la troisième et la quatrième expérience.

3e *Série.* — Régime : viande, 1.000 grammes ; lait, 303 gr. 7 ; sucre, 36 grammes ; eau, 450 grammes.

Le régime est institué au 3 février.

1re *Expérience.* — Le 1er mars l'expérience commence.

L'équilibre azoté paraît établi, comme l'indique l'excrétion journalière comparée à la moyenne de 12 jours, 75 gr.02.

1er mars.....	72g75	d'urée.
2 —	71,98	—
3 —	55,43	—
4 —	90,07	—
5 —	78,64	—

Les variations peuvent être attribuées à ce que l'urine n'est pas recueillie par la sonde.

Durée de l'expérience : 12 jours, du 1er mars au 13 mars.

Par 24 heures. Ingéré : azote, 35 gr.9.

Excrété : (urine) 75 gr.02 urée = 35 gr.0 Az.
(fèces) 0 gr.5 Az.

2e *Expérience.* — 12 jours, du 13 mars au 25 mars. 35 grammes café grillé.

Par 24 heures. Ingéré : azote 36 gr.1.

Excrété : (urine) 77 gr.08 urée = 36 gr.0 Az.
(fèces) 0 gr.7 Az.

3e *Expérience.* — 12 jours, du 25 mars au 6 avril. Pas de café.

Par 24 heures. Ingéré : azote, 35 gr.9.

Excrété : (urine) 76 gr.38 urée = 35 gr.6 Az.
(fèces) 0 gr.6 Az.

4e *Expérience.* — 12 jours, du 6 avril au 18 avril. 35 grammes café grillé.

Par 24 heures. Ingéré : azote, 36 gr.1.

Excrété : (urine) 77 gr.22 urée = 36 gr.0.
(fèces) 0 gr.8 Az.

Depuis la dernière administration de café, l'animal s'est reposé pendant plus de vingt jours ; il se repose également 12 jours entre la première et la seconde administration de cette série. Aussi trouvons nous ici, comme dans la deuxième expérience de la série précédente, que la dose de café ingérée a produit une augmentation dans l'élimination de l'azote uréique (3 % environ).

Remarquons aussi que dans la troisième expérience sans café, le taux d'azote n'est pas redescendu exactement au chiffre primitif, comme nous l'avons observé dans la plupart de nos recherches.

Voit conclut que le café n'a pas d'influence sur l'élimination azotée, tout au plus peut-on, d'après lui, à la suite de la troisième série d'expériences, lui attribuer avec doute une augmentation.

Il nous semble, au contraire, que de ses recherches on peut tirer la conclusion que le café, à la dose employée et chez l'animal soumis à l'expérience, a produit nettement une augmentation de l'excrétion azotée.

b) Homme.

1° Recherches de Lehmann (J.) (1).

Ces recherches ont été conduites dans les mêmes conditions et avec la même rigueur que celles que nous avons déjà citées au sujet de la caféine. Les mêmes critiques s'appliquent au calcul de la moyenne tel que l'a effectué l'auteur.

(1) Lehmann (J.), *loc. cit.*

I. — G. M... Régime indiqué à propos de la caféine.

L'auteur n'indique pas le moment où a commencé ce régime. Le 19 mai les dosages commencent et jusqu'au 28 mai l'urée varie de 22 gr.906 à 26 gr.300 ; aussi la moyenne n'est faite qu'à partir du 28 mai jusqu'au 1er juin, période pendant laquelle l'équilibre azoté semble exister (voir p. 113).

Du 3 juin au 13 juin G. M... absorbe tous les jours une décoction de café grillé (25 gr.). Comme au sujet de la caféine l'auteur établit la moyenne des 5 derniers jours seulement et trouve ainsi 20 gr. 695 d'urée. Mais, en réalité, l'abaissement apparaît brusquement dès le premier jour et se maintient, et si nous comptons régulièrement à partir du premier jour il vient comme moyenne : 22 gr.778.

II. — H. S... Même régime que le précédent, mais 50 grammes de viande en plus à midi.

Du 19 mai au 27 mai, l'urée varie de 24 gr.251 à 29 gr. 425 ; il n'est pas tenu compte de cette période et le 28 seulement commence l'expérience. L'équilibre azoté est établi, comme l'indiquent les chiffres d'urée suivants :

Mai 27.....	31gr587
— 28.....	31,110
— 29.....	30,984
— 30.....	31,558
— 31.....	31,251
Moyenne.....	31,298

Le 3 juin, H. S... absorbe 25 grammes de café grillé. Comme précédemment l'auteur établit la moyenne des 6 derniers jours seulement, parce que l'urée est en quantité moindre à ce moment, il trouve 21 gr. 888. Si nous l'effectuons sur toute la période, nous arrivons au chiffre de 24 gr. 860.

En somme 25 grammes de café ont produit une diminu-

tion de l'urée de 16 % pour G. M..., et de 20 % pour H. S...

Dans ces deux expériences la quantité d'urée éliminée est plus faible après usage de café pendant 5 à 6 jours, et nous pourrions ici faire les suppositions que nous a suggérées le même fait observé par LEHMANN avec la caféine.

2° Recherches de Eustratiadès (1) et Rabuteau (2)

EUSTRATIADÈS fait sur lui-même des expériences avec le café vert. Il les conduit exactement comme celles qui ont été effectuées par lui sur la caféine (p. 115).

Pendant une semaine, il prend tous les jours une infusion de 60 grammes de café non torréfié. La moyenne par 24 heures de la quantité d'urée éliminée est de 20 gr. 68 (903^{cc} d'urine par 24 heures).

La semaine suivante, il cesse l'emploi du café, le régime restant le même par ailleurs ; la moyenne de la quantité d'urée est, dans ces conditions, 24 gr. 38 (910^{cc} d'urine). L'équilibre azoté existait, comme le montrent ses expériences sur la caféine qui ont précédé immédiatement celles-ci.

Il est logique d'admettre que la diminution de 15,18 0/0 dans l'élimination de l'urée observée ici est due à l'ingestion des 60 grammes de café vert.

RABUTEAU complète ces recherches avec le café vert et le thé, et réalise pour les siennes les mêmes conditions expérimentales. Nous pouvons constater qu'il se trouve dans le cas de l'équilibre azoté et que, par conséquent, les varia-

(1) EUSTRATIADÈS, *loc. cit.*

(2) RABUTEAU (M.), Recherches sur l'action des caféiques sur la nutrition (C. R. Société Biologie, 1870, (5), **2**, 77).

— Des variations de l'urée sous l'influence de la caféine, du café et du thé (C. R. Ac. des Sc., 1873, **77**, 489).

tions observées peuvent bien être attribuées à l'influence des substances ingérées.

L'auteur arrive aux résultats suivants :

		Urée des 24 heures.	Vol. d'urine
1re période de 5 jours,	normal.....	24,98	1126
2e —	15 grammes de thé par jour	23,64	1145
3e —	normal.....	25,00	1046
4e —	15 grammes café vert.....	21,80	1259
5e —	normal.....	26,18	1242

3° Recherches de Roux (1)

L'expérimentation de Roux est peu rigoureuse dans certains cas ; néanmoins, sa défectuosité n'enlève pas leur signification aux résultats de ces recherches, en raison de la constance et de la grandeur des variations observées.

L'auteur expérimente sur lui-même le café grillé (25 gr.), le café vert (20 gr.) et le thé (10 gr.) ; il constate d'une manière constante une augmentation dans l'élimination de l'urée.

4° Recherches de Giraud (2)

Giraud réalise une expérience sur le café grillé et le thé, comme celle que nous avons rapporté au sujet de la caféine (p. 117).

Les résultats, au point de vue de l'élimination de l'urée, sont les suivants :

(1) Roux (E.), Des variations dans la quantité d'urée excrétée avec une alimentation normale et sous l'influence du thé et du café (Arch. de phys. norm. et path., 1874, (2), **1**, 578-595).

(2) Giraud, *loc. cit.*

4 mars,	rien		26g46
5	—	rien	25,95
7	—	rien	26,50
8	—	rien	26,10
10	—	rien	26,60
11	—	rien	28,60
12	—	90 grammes café torréfié	**27,12**
13	—	rien	24,65
14	—	rien	25,50
15	—	15 grammes thé	**25,57**
16	—	rien	25,10
17	—	rien	25,72
18	—	15 grammes thé	**25,41**

Si, comme précédemment, nous faisons abstraction du chiffre 28,60 (4 mars), considéré comme accidentel, nous observons une augmentation nette dans l'élimination de l'urée sous l'influence du café; au contraire, rien avec le thé.

5° Recherches de Doublet (1).

Cet auteur expérimente le maté sur des malades hospitalisés, suivant un régime régulier, et constate une diminution dans l'excrétion uréique de 18 à 25 % dans 3 expériences de 10 à 20 jours de durée pour chacune d'elles.

Il constate aussi que l'azote uréique ne remonte pas immédiatement au taux d'excrétion normale après l'abaissement dû au maté.

Rassemblons ici les résultats des différents auteurs que nous venons de citer avec la signification que personnellement nous leur accordons :

(1) Doublet (R. N. A), Le maté (Th. de Paris, 1835, 54-59).

		Dose par kilo.		
Chien. —	Caféine.....	55mgr	Hoppe.....	augment.
—	Café grillé....	1gr2	Voit.....	augment.
Homme. —	Caféine.....	4 à 5mgr	Eustratiadès..	diminut.
—	—	4 à 5	Lehmann (J.)..	diminut.
—	—	5 à 10	Giraud.....	augment.
—	café.....	0g25	Rabuteau.....	diminut.
—	—	0,40	Roux.....	augment.
—	—	0,50	Lehmann (J.)..	diminut.
—	—	1,0	Eustratiadès..	diminut.
—	—	1,50	Giraud.....	augment.
—	thé	0,20	Roux.....	augment.
—	—	0,25	Giraud.....	pas d'act.
—	—	0,25	Rabuteau.....	diminut.
—	maté.....	1,5	Doublet.....	diminut.

Si nous mettons à part les résultats de Roux, particulièrement sensible à la caféine, nous constatons une diminution avec les doses faibles et une augmentation avec des doses plus fortes.

De cette discussion des expériences antérieures aux nôtres il résulte:

1° Que, si certains auteurs ont conclu à l'absence d'influence de la part de la caféine sur l'élimination azotée, cela est dû à leurs conditions d'expérimentation ;

2° Que, si nos résultats peuvent ne pas être considérés comme confirmés par elles, dans tous les cas, ils ne sont point contredits.

III. — CONSOMMATION DES GRAISSES ET DES HYDRATES DE CARBONE.

Des expériences effectuées sur les échanges respiratoires nous ne retiendrons que XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX et XXI. Nous laisserons de côté XXXII, XXXIII et XXXIV dont la différence de résultats avec les

précédentes ne doit pas être étrangère à l'administration simultanée de benzoate de sodium.

Le tableau suivant condense les résultats des sept premières expériences :

RÉSERVES CONSOMMÉES PAR HEURE ET KILOGRAMME

	Graisses.	Hydr. de carb.
Expérience XXV, normal	0,1460	0
— XXVI, 16 milligr. caféine p. kil.	0,0349	0,3499
— XXVII, normal	0,1266	0,1216
— XXVIII, 25 milligr. caf. par kil.	0,1833	0,2064
— XXIX, normal	0,1063	0,2668
— XXX, 25 milligr. caféine p. kil.	0,0444	0,4549
— XXXI, normal	0,0389	0,4465

MOYENNES

	Graisse.	Hydrates de carbone.
Pas de caféine	0,1045	0,2783
Caféine	0,0875	0,3371

Nous avons supposé, dans ces calculs, que l'excrétion azotée donnait la mesure exacte de la destruction de l'albumine.

Remarquons que l'expérience XXIX nous fournit encore ici un résultat anormal.

Les moyennes nous font voir que, sous l'influence de la caféine : 1° *Les pertes de l'organisme en hydrates de carbone sont plus élevées ; 2° les pertes en graisses sont plus faibles.*

Si nous remarquons, en outre, que, dans ces expériences, il s'est produit un abaissement dans la destruction de l'albumine sous l'influence de la caféine, nous en conclurons que ce sont les hydrates de carbone qui ont fait les frais du surcroît de production de chaleur, que nous

avons constaté par les mesures directes et que nous constatons également ici par le calcul :

Moyennes des calories	calculées	sans caféine.	2c 62	par h. et k.
—	—	— avec	— 2c 86	—

soit une augmentation de 9,2 %. Les mesures directes nous avaient indiqué une augmentation de 9,7 %. La concordance entre ces deux résultats, obtenus par des méthodes totalement différentes, est suffisante pour démontrer non seulement leur valeur, mais encore celle du départ effectué entre les trois aliments simples consommés par l'organisme.

En somme, on observe là des modifications analogues à celles qui se produisent sous l'influence du travail musculaire et il semble que la caféine n'ait qu'une action indirecte sur la consommation des graisses et des hydrates de carbone ; elle agirait, à ce sujet, en provoquant un travail musculaire (agitation ou tonus musculaire) plus grand qu'à l'état normal.

Nous ne connaissons que trois expériences se rapportant aux variations des échanges respiratoires sous l'influence de la caféine. Celles de Hoppe (1), de Smith (2) et de Heerlein (3).

Les deux premiers auteurs constatent une augmentation de l'acide carbonique éliminé par les poumons, le troisième une augmentation de l'oxygène absorbé.

Ces trois expériences, qui se complètent dans une certaine mesure, ne sont cependant pour nous d'aucune utilité au point de vue de la confirmation de nos résultats au sujet de

(1) Hoppe (F.), *loc. cit.*

(2) Smith (E). Résumé de recherches expérimentales sur la respiration dans ses rapports avec l'alimentation et diverses autres circonstances (Journal de la physiologie de l'homme et des animaux), 1860, **3**, 636).

(3) Heerlein (W.), Das Coffein und das Kaffeedestillat in ihrer Beziehung zum Stoffwechsel. (Arch. f. die Ges. Phys. des Menschen und der Thiere, 1892, **52**. 165-186).

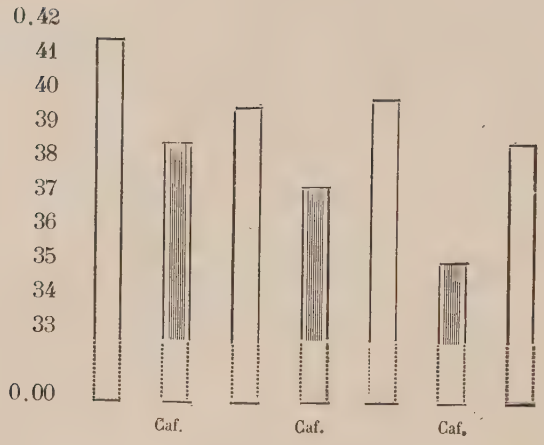
la nature des consommations de l'organisme, puisqu'elles n'ont pas été simultanées. Elles confirment, au contraire, nos résultats au sujet de l'augmentation dans la production de chaleur.

Voit a également, dans ses expériences sur le café grillé, indiqué l'élimination de l'acide carbonique Les chiffres qu'il donne ne résultent pas d'une détermination directe ; ils découlent par le calcul de la connaissance de la composition élémentaire des ingesta d'une part, de l'urine et des fèces d'autre part. L'augmentation de l'acide carbonique ne s'est manifestée nettement que dans la troisième série d'expériences.

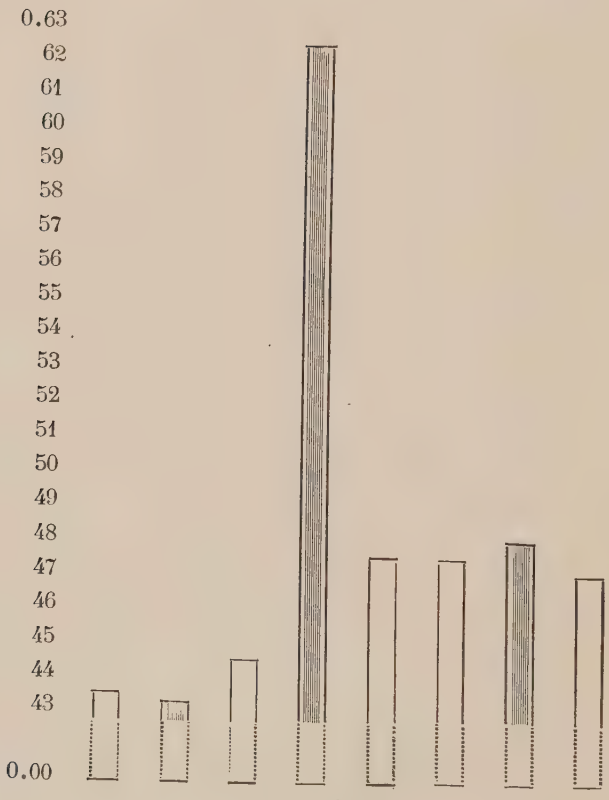
IV. — ÉLIMINATION DU PHOSPHORE.

Les déterminations relatives à cette élimination ont été effectuées dans les quinze premières expériences. Rapportons ici leurs résultats :

		Phosphore total des 24 h.	Rapport. $\frac{Pt}{Azt}$
Première série	I	0,412	0,063
—	II, caféine	**0,386**	**0,058**
—	III	0,392	0,060
—	IV, caféine	**0,370**	**0,057**
—	V	0,398	0,061
—	VI, caféine	**0,348**	**0,059**
—	VII	0,385	0,060
Deuxième série	VIII	0,436	0,048
—	IX, caféine	**0,435**	**0,049**
—	X	0,447	0,048
—	XI, caféine	**0,622**	**0,067**
—	XII	0,477	0,053
Troisième série	XIII	0,478	0,051
—	XIV, caféine	**0,481**	**0,054**
	XV	0,470	0,053



1re SÉRIE



2e et 3e SÉRIE

Si nous nous rappelons les variations de l'azote total, dans les mêmes conditions, nous voyons que le phosphore éliminé a varié dans le même sens que lui, mais généralement d'une manière beaucoup plus accentuée, comme peut le faire voir la comparaison des rapports $\frac{Pt}{Azt}$

Nous concluerons donc que la caféine *à faible dose diminue l'excrétion du phosphore et l'augmente à doses élevées.*

Parmi les auteurs qui ont étudié la nutrition sous l'influence de la caféine, Lehmann J. (1853) et Roux (1874) seuls ont déterminé les variations dans l'élimination du phosphore à l'état de phosphates.

Lehmann dans les expériences que nous avons rapportées au sujet de l'azote, constate un abaissement dans l'élimination phosphorée :

		P^2O^5 des 24 h.	
Caféine	G.M. sans caféine.	4,140	D'après le calcul de l'auteur.
—	— avec caféine.	3,822	D'après notre calcul.
—	L.B. sans caféine.	3,910	D'après le calcul de l'auteur.
—	— avec caféine	3,705	—
—	— sans caféine.	3,855	—
—	— avec caféine.	3,690	—
Café	G.M. sans café....	4,140	—
—	— avec café....	3,429	D'après notre calcul.
—	H.S. sans café....	4,421	D'après le calcul de l'auteur.
—	— avec café....	3,342	D'après notre calcul.

Roux a également dosé l'acide phosphorique en même temps que l'urée dans les expériences déjà citées.

	Moyenne de :	P^2O^5 par 24 heures
Rien.....	5 jours	2,08
Rien.....	2 —	1,85
Café grillé.....	1 —	**2,00**
Café —	1 —	**2,12**

Rien.....	4 —	2,03
Café.....	1 —	**2,27**
Rien.....	1 —	2,20
Rien.....	1 —	2,12
Café.....	1 —	**2,35**
Café.....	1 —	**2,02**
Rien.....	4 —	1,08
Café.....	4 —	**1,82**
Rien.....	1 —	1,73
Café.....	6 —	**2,13**
Rien.....	2 —	2,03
Rien.....	4 —	1,72
Café vert.....	4 —	**1,82**
Rien.....	1 —	1,90

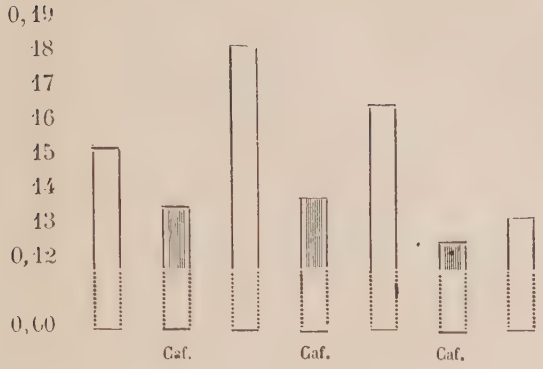
Quoique l'auteur ne formule pas de conclusion au sujet de l'élimination phosphorée, cette série de chiffres indique cependant qu'il y a tendance à l'augmentation si l'on remarque surtout les moyennes établies avec 4 ou 6 jours.

Si nous nous rappelons que LEHMANN a constaté en même temps une diminution de l'urée et ROUX une augmentation, nous pourrons assimiler leurs résultats aux nôtres, puisque nous trouvons, nous aussi, un certain parallélisme entre l'élimination azotée et l'élimination phosphorée.

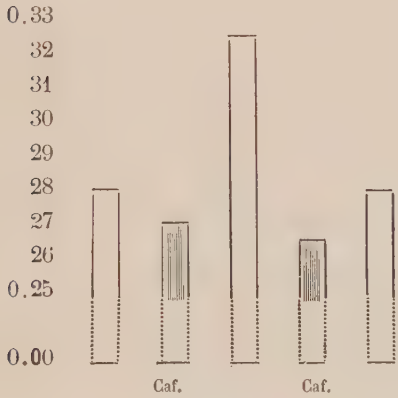
V. — ÉLIMINATION DU CHLORE

Les dosages du chlore des chlorures dans les quinze premières expériences nous ont fourni les résultats suivants :

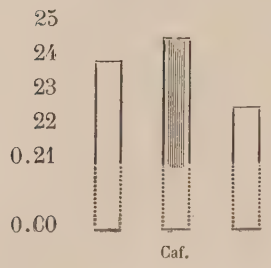
		Chlore p. 24 h.
Première série	I.....	0g152
—	II, caféine.....	**0,137**
—	III.....	0,184
—	IV, caféine.....	**0,138**
—	V.....	0,164
—	VI, caféine.....	**0,127**
—	VII.....	0,133



Deuxième série	VIII	0,281
—	IX, caféine	**0,269**
—	X	0,328
—	XI, caféine	**0,266**
—	XII	0,281



Troisième série	XIII	0,239
—	XIV, caféine	**0,245**
—	XV	0,224



La comparaison de ces résultats nous montre que la *quantité des chlorures éliminés est généralement plus faible sous l'influence de la caféine.* Cet abaissement s'est manifesté alors même que la quantité d'azote total avait augmenté (2e série, exp. XI).

La comparaison de l'élimination du chlore avec celle de l'azote total est réalisée par la série des rapports $\frac{Clc}{Azt}$ que nous avons calculés et indiqués au sujet de chaque expérience. Groupons-les ici dans un même tableau :

Première série	I	0,023
—	II, caféine	**0,021**
—	III	0,028
—	IV, caféine	**0,021**
—	V	0,025
—	VI, caféine	**0,022**
—	VII	0,021
Deuxième série	VIII	0,031
—	IX, caféine	**0,030**
—	X	0,036
—	XI, caféine	**0,028**
—	XII	0,031
Troisième série	XIII	0,026
—	XIV, caféine	**0,028**
—	XV	0,025

Comme on le voit, à part quelques exceptions, le rapport est toujours plus faible avec la caféine Cela indique que l'abaissement dans l'élimination chlorée a été plus intense que dans l'élimination azotée.

Lehmann (J.) (1853) et Roux (1874) ont aussi, dans les expériences citées, étudié les variations dans l'élimination des chlorures et arrivent à des résultats opposés entre eux.

1° Lehmann (J.)

	NaCl p. 24 h.	
G. M. sans caféine.....	9g363	Moyenne de l'auteur.
— avec caféine.....	9,663	Moy. calc. par nous comme préc. (p. 114).
L. B. sans caféine.....	7,790	Moyenne de l'auteur.
— avec caféine.....	6,890	—
— sans caféine.....	6,990	—
— avec caféine.....	6,790	—
G. M. sans café.....	9,363	—
— avec café.....	8,769	D'après notre calcul.
H. S. sans café..... ..	9,865	—
— avec café.....	9,237	—

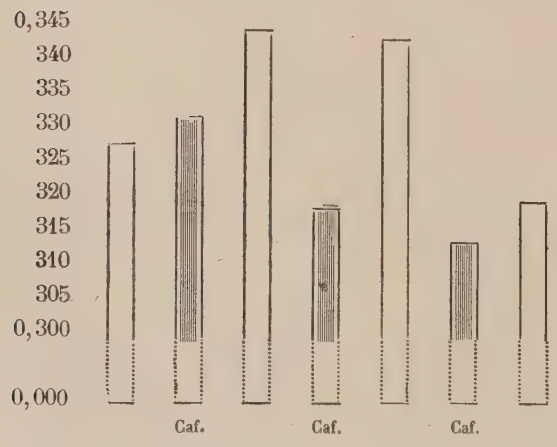
Sauf dans la première expérience, il existe partout une diminution des chlorures.

2° Roux conclut à l'augmentation du chlore des chlorures. Ses chiffres nous indiquent que son élimination normale était très variable : 2 grammes à 6 gr.32 ; nous y constatons aussi une diminution dans ses deux expériences (sur trois) effectuées avec un usage de café pendant 4 à 6 jours consécutifs, c'est-à dire celles qui souffrent le moins la critique au sujet de la valeur des résultats, puisqu'ils sont représentés par une moyenne.

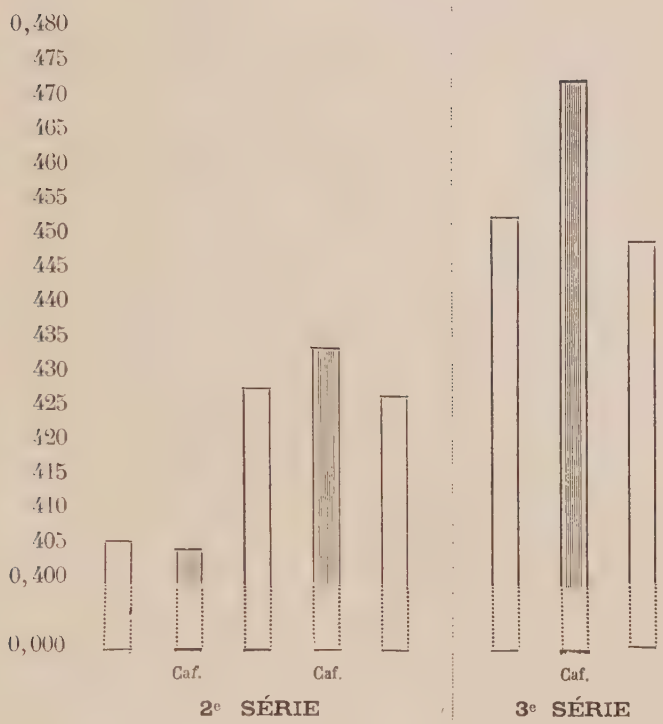
VI. — ÉLIMINATION DU SOUFRE

Cette élimination a été mesurée dans les expériences I à XV. Rassemblons dans le tableau suivant les résultats obtenus à ce sujet :

Première série. — Exp.	I	0g328
— —	II, caféine	**0,331**
— —	III	0,344
— —	IV, caféine	**0,317**
— —	V	0,343
— —	VI, caféine	**0,312**
— —	VII	0,318
Deuxième série. — Exp.	VIII	0,407
— —	IX, caféine	**0,406**
— —	X	0,428
— —	XI, caféine	**0,433**
— —	XII	0,427
Troisième série. — Exp.	XIII	0,452
— —	XIV, caféine	**0,475**
— —	XV	0,449



1re SÉRIE



On voit que d'une manière générale les variations dans l'élimination sulfurée sont de même sens que celles de l'azote total. Ce résultat était d'ailleurs à prévoir, étant donné l'origine du soufre excrété.

Seules les expériences II et XIV nous fournissent un résultat contradictoire ; néanmoins, nous pensons pouvoir appliquer *à l'élimination du soufre les conclusions relatives à l'élimination azotée.*

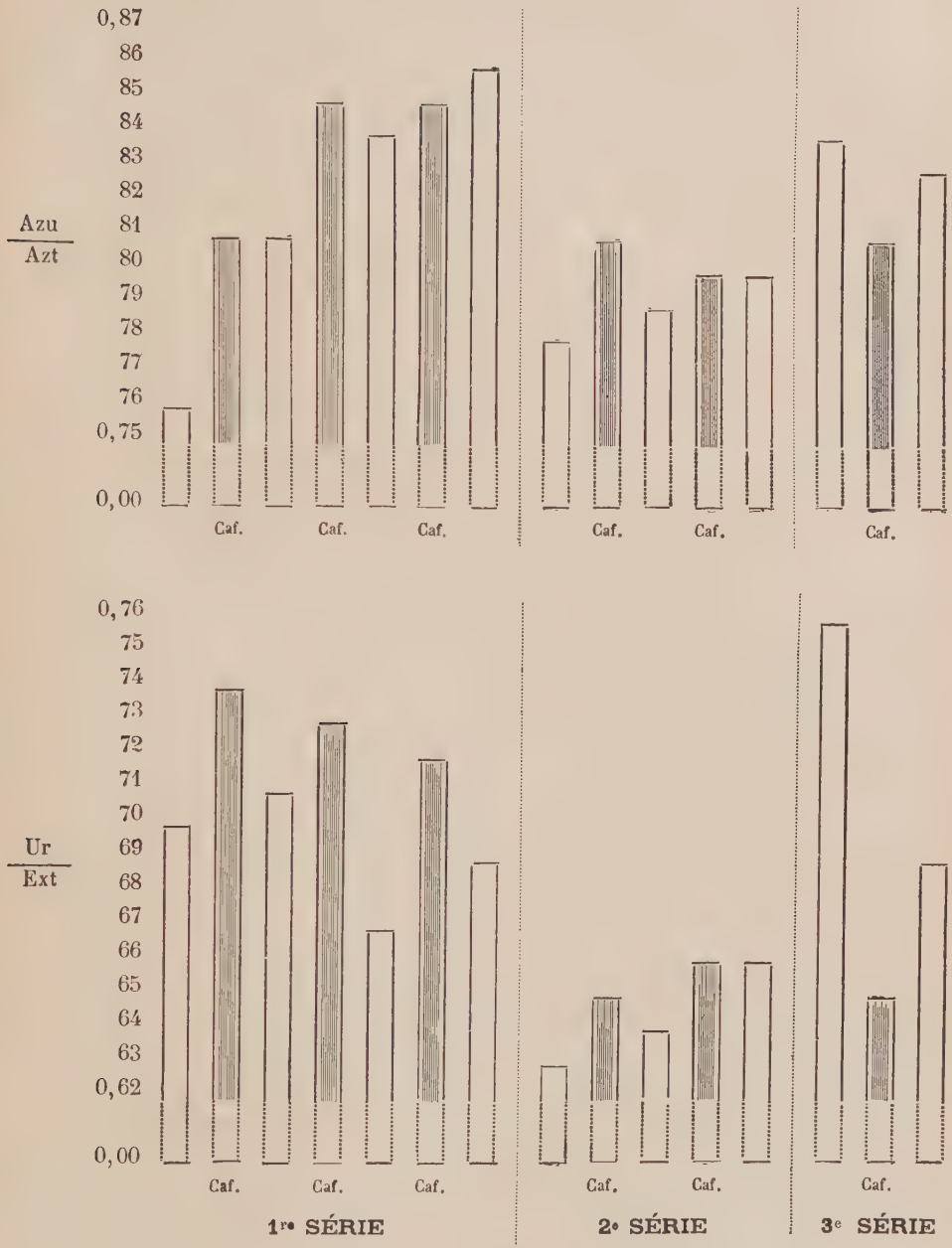
Aucune détermination concernant l'influence de la caféine sur l'élimination du soufre n'a été faite jusqu'ici à notre connaissance.

VII. — RAPPORTS URINAIRES

1° Rapport de l'azote uréique à l'azote total et rapport de l'urée à l'extrait.

La détermination de ces deux rapports, qui doivent avoir la même signification, a été faite dans les 15 premières expériences.

		$\frac{\text{Azu}}{\text{Azt}}$	$\frac{\text{Ur}}{\text{Ext}}$
Première série. —	I.	0,76	0,70
—	II, caféine.....	**0,81**	0,74
—	III.....	0,81	0,71
—	IV, caféine.....	**0,85**	0,73
—	V.....	0,83	0,67
—	VI, caféine.....	**0,85**	0,72
—	VII.....	0,87	0,69
Deuxième série. —	VIII.....	0,78	0,62
—	IX, caféine.....	**0,82**	0,65
—	X.....	0 79	0,64
—	XI, caféine.....	**0,80**	0,66
—	XII.....	0,80	0,66
Troisième série. —	XIII.....	0,84	0,76
—	XIV, caféine.....	**0,81**	0,65
—	XV.....	0,83	0,69


Azu
Azt
0,87
86
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
0,75
0,00
Caf.
Caf.
Caf.
Caf.
Caf.
Caf.
Ur
Ext
0,76
75
74
73
72
71
70
69
68
67
66
65
64
63
0,62
0,00
Caf.
Caf.
Caf.
Caf.
Caf.
Caf.
1re SÉRIE
2e SÉRIE
3e SÉRIE

		$\frac{\text{Azu}}{\text{Azt}}$	$\frac{\text{Ur}}{\text{Ext.}}$
Moyennes : 1re série.	— Sans caféine..	0,82	0,69
—	Avec caféine..	**0,84**	**0,72**
2e série.	— Sans caféine..	0,79	0,64
—	Avec caféine..	**0,81**	**0,66**
3e série.	— Sans caféine..	0,81	0,65
—	Avec caféine..	**0,83**	**0,72**

D'après ces résultats, on peut considérer que, d'une manière générale, *il y a tendance à l'augmentation de ces rapports sous l'influence de la caféine.* Cela indiquerait que les déchets azotés se rapprochent davantage de l'urée et suivant les idées actuelles, que les oxydations de l'organisme s'accompliraient d'une manière moins imparfaite.

Roux (1874) a calculé, dans ses expériences, le rapport de l'urée à l'acide urique. Il constate une élévation de ce rapport sous l'influence du café et par conséquent une quantité plus faible d'acide urique par rapport à l'urée, conclusion qui concorde avec celle que nous pensons pouvoir tirer des résultats que nous venons d'exposer.

2° Rapport de l'azote total au carbone.

Comme les rapports précédents, le rapport de l'azote total au carbone peut nous donner une indication sur l'intensité des oxydations dans l'organisme, si l'on suppose que les oxydations sont d'autant moins parfaites que les excreta s'éloignent plus de l'urée.

Ce rapport dans l'urée est 2,33 et nous attribuerons à de meilleures conditions d'oxydations celui qui se rapprochera davantage de ce chiffre.

Les valeurs des rapports que nous indiquons ici résultent des dosages effectués dans les expériences XXV à XXXIV.

Première série	XXV.....	1,57
—	XXVI, caféine	**1,62**
—	XXVII.....	1,06
—	XXVIII, caféine.....	**1,42**
—	XXIX.....	1,51
—	XXX, caféine.....	**1,55**
—	XXXI.....	1,39
Moyenne :	sans caféine.....	1,38
—	avec caféine.....	**1,53**
Deuxième série	XXXII.....	1,55
—	XXXIII, caféine.....	**1,78**
—	XXXIV.....	1,80
Moyenne :	sans caféine.....	1,67
—	avec caféine.....	**1,78**

Donc, sous l'influence de la caféine, les chiffres *se rapprochent de celui que fournit l'urée.*

Ces résultats confirment ceux qu'ont donné les rapports de l'azote uréique à l'azote total et de l'urée à l'extrait.

3° Rapport du phosphore des phosphates au phosphore total.

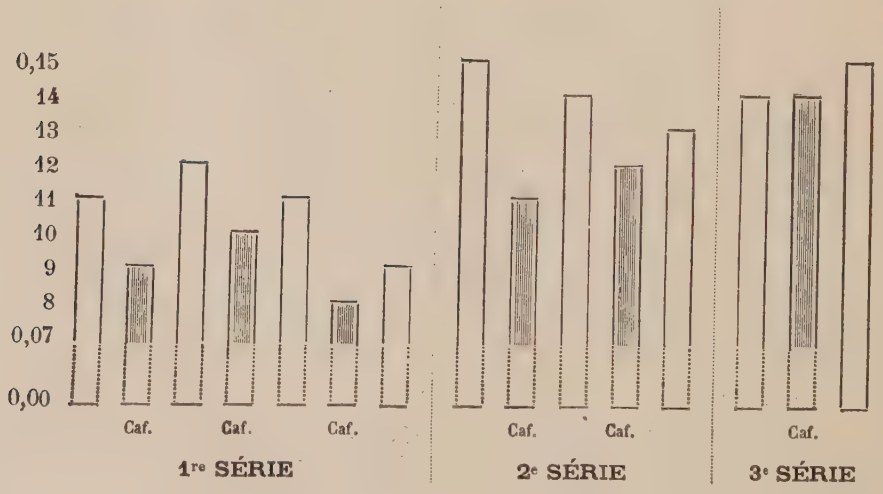
Ce rapport semble aussi pouvoir donner des indications au sujet de l'intensité des oxydations de l'organisme.

Dans nos recherches, il a varié d'une manière absolument quelconque. Il reste encore pour nous à savoir si nous devons incriminer notre méthode de dosage, qui peut ne pas présenter pour cette détermination une rigueur suffisante, ou si réellement la caféine, dans les conditions où nous nous sommes placés, n'a montré aucune action sur ce rapport,

4° Rapport du soufre organique au soufre total.

Ce rapport a été déterminé dans les expériences I à XV. Reproduisons ici les différentes valeurs qu'il a prises, afin d'en rendre la comparaison plus facile :

Première série. —	Expérience I	0,11
—	II, caféine	**0,09**
—	III	0,12
—	IV, caféine	**0,10**
—	V	0,11
—	VI, caféine	**0,08**
—	VII	0,09
Deuxième série. —	Expérience VIII	0,15
—	IX, caféine	**0,11**
—	X	0,14
—	XI, caféine	**0,12**
—	XII	0,13
Troisième série. —	Expérience XIII	0,14
—	XIV, caféine	**0,14**
—	XV	0,15



Malgré les résultats moins nets de la troisième série, nous pouvons conclure que le *rapport du soufre organique au soufre total est abaissé sous l'influence de la caféine* ; cela signifie que, dans ces circonstances, l'oxydation du soufre a eu lieu d'une manière plus complète.

Cette conclusion vient confirmer celles que nous avons pu poser au sujet du rapport de l'azote uréique à l'azote total, du rapport de l'urée à l'extrait, et du rapport de l'azote total au carbone.

5° Rapport du soufre des phénolsulfates au soufre des sulfates.

Voici les résultats fournis par les expériences I à XV :

Première série. —	Expérience I.....	0,037
—	II, caféine.....	**0,035**
—	III.....	0,034
—	IV, caféine.....	**0,036**
—	V.....	0,037
—	VI, caféine.....	**0,037**
—	VII.....	0,039
Deuxième série. —	Expérience VIII.....	0,045
—	IX, caféine.....	**0,046**
—	X.....	0,047
—	XI, caféine.....	**0,047**
—	XII.....	0,043
Troisième série. —	Expérience XIII.....	0,039
—	XIV, caféine.....	**0,041**
—	XV.....	0,047

Nous voyons que ces rapports varient d'une manière quelconque, et nous devons en conclure que la caféine *ne semble pas avoir d'influence sur la formation des phénolsulfates.*

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

En résumé :

1° La caféine n'est point un agent d'épargne *totale* ; elle augmente, au contraire, les dépenses de l'organisme ;

2° Elle est, à faibles doses, un agent d'épargne *partielle* (vis-à-vis de l'albumine). Mais le défaut de calorification dû à cette épargne est compensé et au-delà par la consommation des hydrates de carbone ;

3° Elle semble favoriser les oxydations et rapprocher de l'urée les produits de desassimilation des albumines.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Nous ne mentionnerons ici que les travaux se rapportant à la nutrition ; mais au lieu d'en restreindre la liste à ceux dans lesquels l'expérimentation a été faite sur les chiens et avec l'alcaloïde, nous l'étendrons au groupe des caféiques et aux recherches sur l'homme.

Le signe * indique que nous n'avons pas eu entre les mains la publication mentionnée.

Les chiffres **gras** indiquent la tomaison.

1842 * Lehmann (C.-G.). — Lehrbuch der physiologischen Chemie, éd. I, Leipzig 1842, **1**, 336 (cit. d'apr. Stuhlmann et Falck, 1857.)

* Liebig (J.). — Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Phys. u. Path. Braunschweig 1842, 181-192 (cit. d'apr. Stuhlmann et Falck, 1857.)

— Chimie organique appliquée à la physiologie animale et à la pathologie (traduct. franç. de C. Gehrardt). Paris, 1842, 191).

* — Geiger's Handbuch der Pharmacie, 5e éd., 1842, 1241 (cit. d'apr. Stuhlmann et Falck, 1857.)

1846 Payen. — (C. R. de l'Ac. des Sc. Paris, 1846, **22**, 724).

* Frerichs (F.-Th.). — Die Verdauung (Wagner's Hwbch d. Phys., 1846, **3**, 672 et 721) (cit. d'apr. Voit, 1860, et Binz, 1879).

1849 * Böcker (F.-W.). — Beiträge zur Heilkunde. Crefeld, 1849, 188 (cit. d'apr. Stuhlmann et Falck, 1857).

Rochleder (Fr.). — (Sitzungs-Berichte d. Kaiserl. Acad. d. Wiss., 29 novembre 1849, **2**, 259, 263).

1852 * Rochleder (Fr.-W.). — Die Genussmittel u. Gewürze. Wien, 1852, 49, 54 (cit. d'apr. Stuhlmann et Falck, 1857).

* Zobel. — Reflexionen über Kaffeinhaltigen Genussmittel. (Prager Vierteljahrsschrift, 1852, **38**, 105-132) (cit. d'apr. Stuhlmann et Falck, 1857).

1853 * Lehmann (C.-B.). — Physiol. Chemie 1853, **1**, 151 (cit. d'apr. Binz, 1879).

Lehmann (J.). — Ueber den Kaffee als Getränk in chemisch-physiologischer Hinsicht (Annalen d. Chem. u. Pharm. 1853, **87**, 205-218 et 275-290).

1856 * Hammond. — (American Journal of the medic. sciences, avril 1856, 330) (cité d'apr. Voit, 1860).

* Hoppe (F.), — Ueber die Wirkungen des Coffeins auf den Stoffwechsel (Sitz. Ber. d. Ges. f. Wiss. Medicin in Berlin. 15 déc, 1856) (Deutsch-Klinik. 9 mai 1857) (cit. d'apr. Voit, 1860 et Heerlein, 1892).

1857 Stuhlmann (J.) und Falck (C.-Ph.). Beiträge zur Kenntniss der Wirkungen des Kaffeins (Arch. f. path. Anat. u. f. Klin. Med. (R. Wirchow), 1857, **11**, 324-383 et 482-503.

1858 * Knapp. — (Wissenschaftl. Vorträge zu München. 1858, 610) (cit. d'apr. Voit, 1860).

1860 * Jomand. — Du café. (Th. de Paris, 1860) (cit. d'apr. Eustratiadès, 1870).

Smith (E.). — Résumé de recherches expérimentales sur la respiration dans ses rapports avec l'alimentation et diverses autres circonstances (Journ. de la physiol. de l'homme et des anim. (Brown-Sequard), 1860, **3**, 636).

Voit (C.). — Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffee's und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel (München, Cotta'schen Buchhandlung, 1860, 67-148).

1865 * Squarrey. — Café (Dublin med. journ. 1865) (cit. d'apr. Parisot, 1890).

1870 Eustratiadès (D.-S.). — Etude expérimentale sur les propriétés physiologiques de la caféine et du café (Thèse de Paris, 1870, 15-29).

Rabuteau (M.). — Sur un moyen propre à annuler les effets de l'alimentation insuffisante (C. R. Ac. des sc. Paris, 1870, **71**, 426).

— De l'influence du café et du cacao sur l'alimentation (C. R. Ac. des sc. Paris, 1870, **71**, 732).

— Recherches sur l'action des caféiques sur la nutrition (C. R. des séances et mém. de la Soc. de biologie, 1870, (5), **2**, 77-80).

1873 Rabuteau (M.). — Des variations de l'urée sous l'influence de la caféine, du café et du thé (C. R. de l'Ac. des sc. Paris, 1873, **77**, 365).

1874 * Marvaud (A.), — Les aliments d'épargne, 2e éd. Paris, 1874, 300 (cit. d'apr. Binz, 1879).

Roux (E.). — Des variations dans la quantité d'urée excrétée avec une alimentation normale et sous l'influence du thé et du café (Arch de physiol. norm. et path., 1874, (2), **1**, 578-595).

1879 Binz (C.). — Beiträge zur Kenntniss der Kaffeebestandtheile (av. 1 pl.) (Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 1878, **9**, 31-51).

1881 * Brackenridge. — On the action and uses of citrate of cafein as a diuretic (Edimb., med. journ., 1881) (cit. d'apr. Parisot, 1890).

Giraud (F.). — Contribution à l'étude physiologique et thérapeutique de la caféine (Th. de Lyon, 1881).

1882 * Guimaraês. — De uso e abuso do cafe (T. de Rio-de-Janeiro, 1882) (cit. d'apr. anal. par Couty dans Arch. de phys. n. et p., 1883, (3), **1**, 312-320) (C. R. de l'Ac. des sc., 1882, **95**, 1372).

* Fubini et Ottolenghi. — (Giornale della R. Accademia di Medicina di Torino, 1882) (cit. d'apr. Arch. italiennes de biologie, 1883).

1883 Fort (J.-A.). — Des effets physiologiques du café (C. R. de l'Ac. des sc. Paris, 1883, **96**, 793).

* Francotte. — (Ann. de la Soc. médico-chirurgicale de Liège, 1883) (cit. d'apr. Parisot, 1890).

* Fubini et Ottolenghi. — (In Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des M. u. d. T., 1883, **13**, 247) (cit. d'apr. Heerlein, 1892).

— Influence de la caféine et de l'infusion de café sur la quantité journalière de l'urée émise par l'homme (Arch. italiennes de Biologie, 1883, **3**, 265-266).

Leblond. — Etude physiologique et thérapeutique de la caféine, 8 pl. (Th. de Paris, 1883).

1884 Couty, Guimaraês et Niobey. — De l'action du café sur la composition des gaz du sang et les échanges nutritifs (C. R. de l'Ac. des sc. Paris, 1884, **99**, 85).

Guimaraês. — Sur l'action physiologique et hygiénique du café (Arch. de physiol. norm. et path., 1884, (3), **4**, 252-287).

Monnet. — Action physiologique de la Kola (Th. de Paris, 1884).

1885 Doublet (R.-N.-A.). — Le Maté (Th. de Paris, 1885, 46-76).

1890 Parisot. — Etude physiologique de l'action de la caféine sur les fonctions motrices et respiratoires à l'état normal et à l'état d'inanition (Th. de Paris. 1890, 69-93).

Sée et Lapicque. — Action de la caféine sur les fonctions motrices et respiratoires à l'état normal et à l'état d'inanition (Bull. de l'Ac. de méd. Paris, 1890, (3), **23**, 313-330).

1891 * Binz (C.). — (Vorlesungen über Pharmakologie, 2e éd., Berlin, 1891, 213) (cit. d'apr. Heerlein, 1892).

1892 Heerlein (W.). Das Coffein und das Kafeedestillat in ihrer Beziehung zum Stoffwechsel (Arch. f. die gesammte Physiol., d. M. u. d. T., 1892, **52**, 165-186).

1897 Livon (C.). — Caféine (dans Dict. de physiol. de Richet, **2**, 375).

1898 Pouchet (G.). — Action de la caféine et des caféiques sur la nutrition (Bull. génér. de thérapeutique, 1898, **135**, 753-766 et 833-847).

Vu et approuvé :
Le président de la thèse,
Ed. DUPUY.

Vu : *Le Doyen*,
CAUBET.

Vu et permis d'imprimer
Toulouse, le 10 janvier 1901.
Le Recteur,
Président du Conseil de l'Université,
PERROUD.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 9

CHAPITRE PREMIER. — Description des méthodes d'analyse 18

I. Echanges respiratoires et calorimétrie 18

A. — Echanges respiratoires 19

Description des appareils 19

Manœuvre de la burette à analyse et de l'appareil à échantillonnage 29

Marche d'une détermination d'échanges respiratoires. — Calculs 25

Essai des appareils 37

B. — Calorimétrie 40

Description des appareils 40

Etalonnage de la chambre 41

Marche d'une détermination calorimétrique 42

II. Analyse des urines 43

III. Fèces 51

CHAPITRE II. — Description des expériences 52

CHAPITRE III. — Discussion des résultats des expériences. — Comparaison avec les résultats des auteurs. — Conclusions 93

I. Production de chaleur 93

II. Consommation d'albumines 95

1° Elimination de l'azote par les urines 95

2° Elimination de l'azote par les fèces 105

3° Destruction de l'albumine 106

4° Comparaison de nos résultats avec ceux des auteurs 108

III. Consommation des graisses et des hydrates de carbone 128

IV. Elimination du phosphore 131

V. Elimination du chlore 134

VI. Elimination du soufre 138

VII. Rapports urinaires 140
1° Rapport de l'azote uréique à l'azote total et rapport de l'urée à l'extrait 140
2° Rapport de l'azote total au carbone 142
3° Rapport du phosphore des phosphates au phosphore total 143
4° Rapport du soufre organique au soufre total 143
5° Rapport du soufre des phénolsulfates au soufre des sulfates 145
Conclusions générales 146
Index bibliographique 147

TABLE DES CONCLUSIONS PARTICULIÈRES

Au sujet de l'excrétion azotée 106
— de la destruction de l'albumine 107
— de la consommation des graisses et des hydrates de carbone 129
— de l'élimination du phosphore 133
— de l'élimination du chlore 136
— de l'élimination du soufre 139
— des rapports urinaires 142-143-145

Toulouse. — Imprimerie Lagarde et Sebille, rue Romiguières, 2